

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-284671

(P2000-284671A)

(43)公開日 平成12年10月13日 (2000.10.13)

(51)Int.Cl.
 G 03 H 1/02
 1/22
 G 11 B 7/00
 G 11 C 13/04

識別記号
 6 5 1

F I
 G 03 H 1/02
 1/22
 G 11 B 7/00
 G 11 C 13/04

テ-マ-ト*(参考)
 2 K 0 0 8
 5 D 0 9 0
 6 5 1
 C

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平11-91749
 (22)出願日 平成11年3月31日 (1999.3.31)

(71)出願人 000005016
 バイオニア株式会社
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
 (72)発明者 田中 覚
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ
 イオニア株式会社総合研究所内
 (72)発明者 高野 朝光
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ
 イオニア株式会社総合研究所内
 (74)代理人 100079119
 弁理士 藤村 元彦

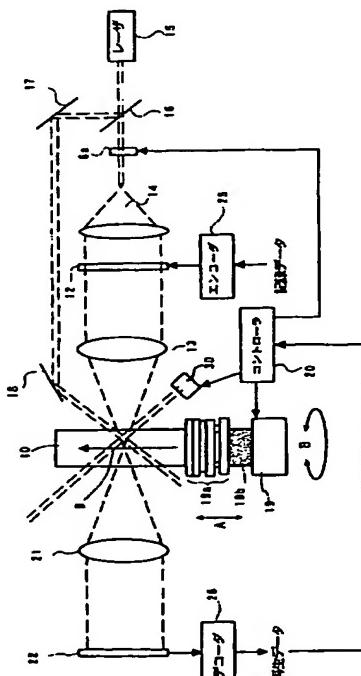
最終頁に統ぐ

(54)【発明の名称】 体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 体積ホログラフィックメモリへ高密度で干渉パターンを記録できる体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 体積ホログラフィックメモリ10を装着自在に支持する支持手段と、第1波長の可干渉性参照光ビームを入射する参照光手段と、第1波長の可干渉性信号光ビームを参照光ビームと交差せしめかつ参照光との3次元的な光干渉パターンを生成する信号光手段と、光干渉パターンの屈折率格子からの回折光を検出する検出手段とを有し、体積ホログラフィックメモリは位置決め用画像に応じて変調された可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を予め有し、検出手段から的位置決め用画像に対応する信号に応じて、体積ホログラフィックメモリを支持する支持手段の位置を移動せしめる媒体位置調整手段を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトリフラクティブ材料からなる体積ホログラフィックメモリであって、位置決め用画像に応じて変調された可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を有することを特徴とする体積ホログラフィックメモリ。

【請求項2】 前記不揮発化した屈折率格子は、熱又は強電界の印加により定着されたことを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項3】 前記位置決め用画像の各々は、点対称に配置された離散像又は連続像からなることを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項4】 前記位置決め用画像は、所定周期のページ毎に分散して配置されたことを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項5】 前記位置決め用画像は、所定の定着領域に集中して配置されかつ該定着領域において所定周期のページ毎に配置されたことを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項6】 その光学結晶軸をその回転対称軸に平行に備えた一軸結晶の回転体からなることを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項7】 その光学結晶軸をその1平面に平行に備えた一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶体の直方体からなることを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項8】 フォトリフラクティブ材料からなる体積ホログラフィックメモリを装着自在に支持する支持手段と、

第1波長の可干渉性参照光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射する参照光手段と、

画像データに応じて変調された第1波長の可干渉性信号光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射しその内部にて前記参照光ビームと交差せしめかつ前記参照光との3次元的な光干渉パターンを生成する信号光手段と、

前記参照光ビームの照射による前記体積ホログラフィックメモリの光干渉パターンの屈折率格子からの回折光を検出する検出手段と、を有する体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置であって、

前記体積ホログラフィックメモリは位置決め用画像に応じて変調された可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を有め有し、

前記検出手段からの位置決め用画像に対応する信号に応じて、前記体積ホログラフィックメモリを支持する前記支持手段の位置を移動せしめる媒体位置調整手段を備えたことを特徴とする体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項9】 前記媒体位置調整手段は、前記体積ホログラフィックメモリを、前記信号光手段の前記信号光ビームの光路の光軸方向並びにメリジオナル及びサジタル平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つの方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び前記2つの方向の周りに回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする請求項8記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項10】 前記検出手段からの位置決め用画像に応じて前記検出手段の位置を移動せしめる検出位置調整手段を、さらに備えたことを特徴とする請求項8記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項11】 前記検出手段は、前記検出手段の受光面を、前記信号光手段の前記信号光ビームの光路の光軸方向並びにメリジオナル及びサジタル平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つの方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び前記2つの方向の周りに回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする請求項10記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項12】 第1波長の収束球面波からなる可干渉性参照光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射する球面波参照光手段を、さらに備えたことを特徴とする請求項8記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項13】 前記球面波参照光手段は、前記体積ホログラフィックメモリを中心に前記第1波長の収束球面波からなる可干渉性参照光ビームを回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする請求項12記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項14】 前記体積ホログラフィックメモリは前記位置決め用画像が集中して配置されかつ所定周期のページ毎に配置された所定の定着領域を有し、前記定着領域へのみ第1波長の可干渉性参照光ビームを入射する位置決め用参照光手段と、前記位置決め用参照光ビームの照射による前記定着領域の光干渉パターンの屈折率格子からの回折光を検出する位置決め用検出手段とを、さらに備えたことを特徴とする請求項8記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項15】 前記体積ホログラフィックメモリの感光性を増加せしめ前記光干渉パターンの存在又は非存在に応じて屈折率格子を活性化又は非活性化する第2波長のゲート光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射するゲート光手段を備えたことを特徴とする請求項8～14記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項16】 前記ゲート光手段は、スーパールミネッセントダイオードを有することを特徴とする請求項15記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生裝

置。

【請求項17】前記ゲート光手段はゲート光ビームを前記信号光ビーム及び参照光ビームの交差する領域に限定して照射する手段を備えたことを特徴とする請求項16記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、体積ホログラフィックメモリ及び体積ホログラフィックメモリを利用する光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ホログラフィーの原理を応用したディジタル記録システムとして、ホログラフィックメモリシステムが知られている。ホログラフィックメモリシステムは、例えば、ニオブ酸リチウム L_iNbO_3 などのフォトリフラクティップ結晶体のメモリ媒体にデジタルデータを記録、再生するものである。フォトリフラクティップ効果は、光励起によって生じた電荷が結晶内を移動することによって空間電界分布を形成し、これが一次の電気光学効果すなわちポッケルス効果と組み付いて結晶の屈折率を変化させる現象である。フォトリフラクティップ効果を有する強誘電体結晶などにおいては、通常1mmあたり1000ライン以上の細かい光入力パターンに対しても屈折率変化が応答し、またその効果は材料にもよるがマイクロ秒～秒オーダーの応答速度でリアルタイムに生じることから、現像不要な実時間ホログラム媒体として種々の応用が研究されている。ホログラフィックメモリシステムにおいては、2次元の平面ページ単位でデータを記録、再生することができ、且つ複数のページを利用して多重記録が可能である。体積ホログラフィックメモリは、このメモリ媒体を直方体などの3次元形状として3次元記録を可能としたものである。フーリエ変換ホログラムの1種類である体積ホログラフィックメモリでは、2次元の画像ページ単位として体積ホログラフィックメモリの3次元的な空間内に分散されて記録される。以下に、体積ホログラフィックメモリシステムの概要を図1を参照して説明する。

【0003】図1において、エンコーダ25は、体積ホログラフィックメモリ1に記録すべきデジタルデータを平面上に明暗のドットパターン画像として変換し、例えば縦480ピット×横640ピットのデータ配列に並べ替えて単位ページ系列データを生成する。このデータを例えば透過型のTFT液晶表示装置(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)(以下、LCDともいいう)のパネルなどの空間光変換器(SLM:Spatial Light Modulator)12に送出する。

【0004】空間光変換器12は、単位ページに対応する縦480ピクセル×横640ピクセルの変調処理単位を有し、照射されたシグナルビームをエンコーダ25か

らの単位ページ系列データに応じて空間的な光のオンオフ信号に光変調し、変調されたシグナルビームすなわち信号光をレンズ13へ導く。より詳しくは、空間光変換器12は電気信号である単位ページ系列データの論理値“1”に応答してシグナルビームを通過させ、論理値“0”に応答してシグナルビームを遮断することにより、単位ページデータにおける各ビット内容に従った電気一光学変換が達成され、単位ページ系列の信号光としての変調されたシグナルビームが生成される。

【0005】信号光は、レンズ13を介して体積ホログラフィックメモリ1に入射する。体積ホログラフィックメモリ1には、信号光の他に、信号光のビームの光軸に直交する所定の基準線から角度 β (以下、「入射角 β 」と呼ぶ。)をもって参照光が入射する。信号光と参照光とは、体積ホログラフィックメモリ1内で干渉し、この干渉縞が体積ホログラフィックメモリ1内に屈折率格子として記憶されることにより、データの記録が行われる。また、入射角 β を変えて参照光を入射させて複数の2次元平面データを角度多重記録することにより、3次元データ記録が可能となる。

【0006】記録されたデータを体積ホログラフィックメモリ1から再生する場合には、信号光ビーム及び参照光ビームの交差する領域の中心に向け記録時と同じ入射角 β で参照光のみを体積ホログラフィックメモリ1に入射させる。即ち、記録時とは異なり、信号光は入射させない。これにより、体積ホログラフィックメモリ1内に記録されている干渉縞からの回折光がレンズ21を通して光検出器のCCD(Charge Coupled Device)22へ導かれる。CCD22は、入射光の明暗を電気信号の強弱に変換し、入射光の輝度に応じたレベルを有するアナログ電気信号をデコーダ26へ出力する。デコーダ26は、このアナログ信号を所定の振幅値(スライスレベル)と比較し、対応する“1”及び“0”的データを再生する。

【0007】体積ホログラフィックメモリでは、上記のように2次元の平面データ系列で記録を行うので、参照光の入射角 β を変えることにより角度多重記録を行うことができる。即ち、参照光の入射角 β を変化させることにより記録単位である2次元平面を体積ホログラフィックメモリ内に複数規定することができ、その結果、3次元での記録が可能となる。角度多重記録の例は、特開平2-142979号、特開平10-97174号に記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】取り外し可能な大容量記録媒体として体積ホログラフィックメモリを取り扱う場合、光情報記録再生装置への装着位置がCCD受光素子と再生画像との位置関係に影響する。そのため、体積ホログラフィックメモリ装着位置がCCD再生信号の品質に大きく関わってくる。このため、従来は記録する画

像の一部を位置調整用に充てるなどして対応していたが、新規に体積ホログラフィックメモリを取りつけた時に体積ホログラフィックメモリにより発生する空間光変調器から CCD 撮像素子までの間の光学歪や信号像のずれ等を所定の規定値内に収めておかなければならなかつた。

【0009】また、或る光情報記録再生装置で記録した体積ホログラフィックメモリを他の光情報記録再生装置で再生したとき、記録時と再生時での体積ホログラフィックメモリからCCD撮像素子までの間の位置のばらつき等により再生画像が大きくずれるので、それに合わせてCCDまたは体積ホログラフィックメモリをかなり調整してやる必要があり、互換性に問題があるという欠点があった。

【0010】そこで本発明の目的は、高密度で干渉パターンを記録可能かつ互換性ある体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供することにある。

[0011]

【課題を解決するための手段】本発明の体積ホログラフィックメモリは、フォトリソルタブル材料からなる体積ホログラフィックメモリであって、位置決め用画像に応じて変調された可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を有することを特徴とする。

【0012】本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、前記不揮発化した屈折率格子は、熱又は強電界の印加により定着されたことを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、前記位置決め用画像の各々は、点対称に配置された離散像又は連続像からなることを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、前記位置決め用画像は、所定周期のページ毎に分散して配置されたことを特徴とする。

【0013】本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、前記位置決め用画像は、所定の定着領域に集中して配置されかつ該定着領域において所定周期のページ毎に配置されたことを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、その光学結晶軸をその回転対称軸に平行に備えた一軸結晶の回転体からなることを特徴とする。

【0014】本発明の体積ホログラフィックメモリにおいては、その光学結晶軸をその1平面に平行に備えた一軸結晶のフォトリフラクティブ結晶体の直方体からなることを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置は、フォトリフラクティブ材料からなる体積ホログラフィックメモリを装着自在に支持する支持手段と、第1波長の可干渉性参照光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射する参照光手段と、画像データに応じて変調された第1波長の可干渉性信号光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射しその内部にて前記参照光ビームと交差せしめかつ前記参照

10 応する信号に応じて、前記体積ホログラフィックメモリを支持する前記支持手段の位置を移動せしめる媒体位置調整手段を備えたことを特徴とする。

【0015】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記媒体位置調整手段は、前記体積ホログラフィックメモリを、前記信号光手段の前記信号光ビームの光路の光軸方向並びにメリジオナル及びサジタル平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つの方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び前記2つの方向の周りに回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする。

【0016】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記検出手段からの位置決め用画像に対応する信号に応じて前記検出手段の位置を移動せしめる検出位置調整手段を、さらに備えたことを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記検出位置調整手段は、前記検出手段の受光面を、前記信号光手段の前記信号光ビームの光路の光軸方向並びにメリジオナル及びサジタル平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つの方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び前記2つの方向の周りに回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする。

【0.017】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、第1波長の収束球面波からなる可干渉性参照光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射する球面波参照光手段を、さらに備えたことを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記球面波参照光手段は、前記体積ホログラフィックメモリを中心に前記第1波長の収束球面波からなる可干渉性参照光ビームを回転移動せしめる機構を備えたことを特徴とする。

【0018】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記体積ホログラフィックメモリは前記位置決め用画像が集中して配置されかつ所定周期のページ毎に配置された所定の定着領域を有し、前記定着領域へのみ第1波長の可干渉性参照光ビームを入射する位置決め用参照光手段と、前記位置決め用参照光ビームの照射による前記定着領域の光干渉パターンの屈折率格子からの回折光を検出する位置決め用検出手段とを、さらに備えたことを特徴とする。

【0019】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記体積ホログラフィックメモリの感光性を増加せしめ前記光干渉パターンの存在又は非存在に応じて屈折率格子を活性化又は非活性化する第2波長のゲート光ビームを前記体積ホログラフィックメモリに入射するゲート光手段を備えたことを特徴とする。

【0020】本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記ゲート光手段は、スーパーパールミネッセントダイオードを有することを特徴とする。本発明の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、前記ゲート光手段はゲート光ビームを前記信号光ビーム及び参照光ビームの交差する領域に限定して照射する手段を備えたことを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参考しつつ説明する。図2は本発明による体積ホログラフィックメモリを用いる光情報記録再生装置の一例を示す。記録時においては、レーザ15から出射されたシグナルビームをビームスプリッタ16で直進する信号光ビームと上方へ偏向する参照光ビームの2つに分け、それぞれは信号光ビーム光学系及び参照光ビーム光学系の光路に導かれる。

【0022】ビームスプリッタ16を通過したシグナルビームは、シャッタ6a、光ビームエキスパンダ14、空間光変調器12及びフーリエ変換レンズ13を通して体積ホログラフィックメモリ10へ入射する。シグナルビームはコントローラに制御される自動シャッタにより光ビームの体積ホログラフィックメモリに照射する時間を制御され、ビームエキスパンダ14により所定径の平行光に拡大される。空間光変換器12は、例えば縦480×横640ピクセルの2次元平面のLCDであり、エンコーダ25から供給されるディジタル記録データに応じて、ビームエキスパンダ14からのビームを信号光に変換する。空間光変調器12により記録ページデータに応じて各画素毎の透過／非透過に例えば市松模様のような2次元格子パターンにより空間変調された後、フーリエ変換レンズ13によりフーリエ変換され、体積ホログラフィックメモリ10に集光され、体積ホログラフィックメモリ10内にフーリエ変換像として結像される。円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ10は、レンズ13によるフーリエ面が体積ホログラフィックメモリ10の回転対称軸と平行となるように配置する。フォトトリフラクティブ結晶体の体積ホログラフィックメモリはその光学結晶軸をその回転対称軸に平行に備えたLiNbO₃などの一軸結晶の円柱体である。

【0023】一方、参照光ビーム光学系では参照光ビームがミラー17及び18により反射され、体積ホログラフィックメモリ10へ入射させ、媒体内部の位置でレンズ13からの信号光ビームと交差させて干渉せしめ3次

元の干渉縞を作る。ここで、参照光と信号光がフーリエ面上ではなく、フーリエ面の手前又は奥で干渉するようミラー18、レンズ13などの光学系を配置する。信号光ビーム及び参照光ビームは体積ホログラフィックメモリの回転対称軸と垂直となる法線を有する平面内に配置されている。

【0024】体積ホログラフィックメモリ10の側面下方側には、ゲート光を生成するスーパーパールミネッセントダイオード30が体積ホログラフィックメモリ10の側面からゲート光を入射させるように設けられている。ゲート光は参照光と信号光の波長とは異なる体積ホログラフィックメモリ10の感光性を増加せしめる第2の波長の光を含んでいる。ゲート光は体積ホログラフィックメモリ10中の光干渉パターンの存在又は非存在に応じて屈折率格子を活性化又は非活性化する。よって、ゲート光は光干渉パターンによる屈折率格子の消去光としても機能する。ゲート光手段であるスーパーパールミネッセントダイオード30はゲート光ビームを体積ホログラフィックメモリ10中の信号光及び参照光の交差する領域に限定して照射するように配置され、コントローラ20によりオンオフ制御されている。ゲート光ビームも、図3に示すように、体積ホログラフィックメモリの回転対称軸と垂直となる法線を有する平面内に配置されている。すなわち、円柱体積ホログラフィックメモリの回転対称軸を含む平面若しくはこれに平行な平面内にて信号光ビーム及び参照光ビーム並びにゲート光ビームをも交差させている。

【0025】このように、データを記録するときには信号光と参照光とゲート光とを同時に体積ホログラフィックメモリ10内の所定部位に照射し干渉パターンを屈折率が変化した屈折率格子として記録する。ホログラムの形成時間はレーザ光源装置の自動シャッタで制御される。体積ホログラフィックメモリ中にフーリエ面が存在する場合、フーリエ面では信号光の強度が最大であるので、この高い光強度を有するフーリエ面上の信号光の0次光と参照光が干渉し合うとフォトトリフラクティブ効果が飽和し、記録画像の非線形歪みが生じやすくなる傾向がある。参照光と信号光とをフーリエ面の手前もしくは奥で干渉させるようにシステムの光学系を配置し、慎重に非線形歪みの問題をさらに回避することもできる。

【0026】円柱体の体積ホログラフィックメモリ10は、その光学結晶軸方向に所定ピッチで移動させるとともに、該回転対称軸を中心として所定ピッチで回転させる手段、すなわち上下移動及び回転移動機構上に配置される。上下移動及び回転移動機構は、駆動部19と、駆動部19に連結され、回転テーブル19aを有する上下移動機構19bとを備える。駆動部19は、コントローラ20によりテーブル19aの回転及び上下移動を制御される。

【0027】体積ホログラフィックメモリ10は、その

9
結晶光学軸9が駆動部19の回転軸と一致するようにテーブル19a上に配置される。駆動部19の回転により図2の矢印Aの方向に体積ホログラフィックメモリ10を移動させ、同時に図2の矢印Bの方向に体積ホログラフィックメモリ10を回転させる。体積ホログラフィックメモリ10の矢印Aの方向の上下移動により、参照光と信号光とにより作られる干渉縞の体積ホログラフィックメモリ10内の記録位置が矢印Aの方向にシフトし、空間多重記録が実現される。また、テーブル19aと共に体積ホログラフィックメモリ10が矢印Bの方向に回転することにより、干渉パターンの記録面が回転し、角度多重記録及び空間多重記録が実現される。

【0028】テーブル19aは、図4に示すように、上下移動機構19bに固定されたベースとなるx y zステージ190上に順に積層載置されたα、β及びθステージからなる。α、β及びθステージはそれらの位置をコントローラ20により制御される媒体位置調整手段として働く。図4に示すように、信号光ビームの光路の光軸方向をz方向として、光学系13及び21のメリジオナル平面をy z平面と、サジタル平面をx z平面とする。α、β及びθステージはそれぞれ所定方向に並ぶ2点で支持され当該2点とは1直線上にない1点にて例えばステップモータにより回転駆動されるネジによるレベル調整を行う機構などを備えており、αステージは体積ホログラフィックメモリをz方向に伸長する軸周りにて回転すなわち傾動させ、βステージは体積ホログラフィックメモリをx方向に伸長する軸周りにて回転すなわち傾動させ、θステージは体積ホログラフィックメモリをy方向に伸長する軸周りにて回転すなわち傾動させ、媒体の位置を調整する。x y zステージ190は、図5に示すように、x y z方向に独立して、平行移動するような例えばステップモータにより回転駆動されるラックピニオン機構を備えている。

【0029】このように、テーブル19aの媒体位置調整手段は、体積ホログラフィックメモリ10を、信号光ビームの光路の光軸のz方向並びにメリジオナル平面y z平面及びサジタル平面x z平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つのx及びy方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び2つのx及びy方向の周りにそれぞれ回転移動せしめる機構を備えている。コントローラ20は、光検出手段のCCD22からの位置決め用画像に対応する信号に応じて、媒体位置調整手段をステップモータなどで駆動して体積ホログラフィックメモリ10を支持する支持手段のテーブル19aの位置を移動せしめ調整している。

【0030】さらに、光検出手段のCCD22においても、テーブル19aと同様の検出手段からの位置決め用画像に対応する信号に応じて検出手段の位置を移動せしめる検出位置調整手段192を、さらに備えている。検出位置調整手段192も、CCD22の受光面を、信号

10
光ビームの光路の光軸のz方向並びにメリジオナル平面y z平面及びサジタル平面x z平面にそれぞれ含まれる当該光路の光軸に垂直な2つのx及びy方向に平行移動せしめるとともに、当該光路の光軸周り及び2つのx及びy方向の周りにそれぞれ回転移動せしめる。コントローラ20は、光検出手段のCCD22からの位置決め用画像に対応する信号に応じて、検出位置調整手段をステップモータなどで駆動してCCD22の位置を移動せしめ調整している。検出位置調整手段192は装置製造誤差が小さい場合は設ける必要はないが、備えることで記録再生精度が向上する。

【0031】円柱体積ホログラフィックメモリ10は位置決め用画像に応じて変調された信号光ビームと参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を有している。位置決め用画像は光情報記録再生装置により円柱体積ホログラフィックメモリ10へ記録された後、熱又は強電界の印加により円柱体積ホログラフィックメモリ10に予め定着されている。

【0032】予め、熱定着や強電界の印加等による定着により不揮発化した位置決め用画像を予め1ページ以上記録することで、取り外し可能な体積ホログラフィックメモリを交換した際の情報画像のCCDへの結像に関するエラー信号をCCD及びコントローラにて生成することができる。例えば、空間多重の1チャネル内に1000ページの多重記録をおこなうシステムでは、位置情報及びページ情報を含んだ画像を1ページから500ページ毎に周期的に露光して、屈折率格子を熱定着をおこなって不揮発化し、予め体積ホログラフィックメモリに記録しておく。光情報記録再生装置にこの体積ホログラフィックメモリを装着したときに、光情報記録再生装置は体積ホログラフィックメモリの一部の1チャネルを走査して位置信号を再生することで、予め決められた精度にCCD及び体積ホログラフィックメモリの位置関係を調整することができる。

【0033】例えば、図6(a)のような画像を1単位として図6(b)のように周期的に一様に配置した位置決め用画像を用意して、予め、1スタック(空間多重記録最小単位)に複数ページ記録し、体積ホログラフィックメモリへ熱定着をおこなっておく。位置決め用画像は、所定周期のページ毎に分散して配置される。例えば、角度多重で1000ページ、フラクタル多重で4倍、波長多重で25倍とすることで1スタックあたり10000ページの多重記録をおこなえる。このとき角度多重の250ページ毎、750ページ毎に既知の位置決め用画像パターン(図6)を記録しておく。このときフラクタル多重や波長多重による同一角度時の別記録部にも同様のデータを記録しておく。これによりフラクタル多重及び波長多重の選択性を一時的に落とす(フラクタル多重の場合は集光系の参照光を用い、波長多重の場合は発振波長幅を広げる)ことでこれらの記録済み画

像の再生に関する頭出しが容易になる。

【0034】一方、再生時においては、上述のようにして記録された体積ホログラフィックメモリ10を記録時と同様に回転移動機構の上に配置し、コントローラ20の制御によりシャッタ6aの閉塞並びにスーパーパルミネッセントダイオード30のオフ制御を行いミラー18からの参照光のみを入射させる。体積ホログラフィックメモリ10内に記録された干渉縞からの回折光が再生光として逆フーリエ変換レンズ21を通ってCCD22へ入射し、再生像を結像する。CCD22は、例えば空間光変換器12と同様の縦480×横640ピクセルの2次元平面の受光面を有し、受光された再生光を電気信号に変換し、デコーダ26へ出力する。デコーダ26は、入力電気信号を所定のスライスレベルと比較し、2値のデジタルデータを出力する。

【0035】ここで、コントローラ20の制御により位置調整が行われる。また、このとき250ページ目の画像でのみ位置決めをおこなってもよいが、750ページ目の画像をさらに用いて、より高精度の位置決めを行ってもよい。位置決め用の画素配列は図6(b)や図7のように離散的に田の字に配列しても良く、また、図8のように連続的な正方形などの線図柄を同軸状に配置してもよい。さらに、それらを組み合せ、図9のように斜め線と長方形との組み合せや、図10のように斜め線と円形との組み合せなどてもよい。ユーザのデータに対するクロストークという観点からすると、なるべく離散的なデータにして画像全体の情報量を抑える方がより好ましい。

【0036】画像そのものの形状も、CCDや空間光変調器の形状に依存することなく図10のように正方形であったり、図10のように円形であっても構わない。結像系の性能を最大限効率よく発揮せるためには図10のように円形であることが望ましい。また円柱状体積ホログラフィックメモリのように、体積ホログラフィックメモリへの信号光の入射面に曲率がついている場合などは、その曲率が存在するx z面への入射光のx方向の幅が最小となるように配置することが望ましい。具体的には、円柱状体積ホログラフィックメモリが図3のように装着されている場合は、信号光を図7のような方向で入射させるのではなく、図7の画像を90度回転させ長辺がy方向と平行となるようにして入射させるとよい。

【0037】各画像で実際に位置決めのエラー信号を算出するための画像単位パターンの例を図11に示す。最も簡単な方法としては図11(a)のように単一の画素のみを検出することで位置ずれを判定するものである。この方式では、信号出力用の画素数が少ないため、光学系の機械精度が低い。体積ホログラフィックメモリが正規の位置から大幅にずれる可能性がある場合では、検出信号そのものがノイズに埋もれて検出できることがあるからである。そこで図11(b)～図11(i)のよ

うに複数画素を1単位として、信号のレベルを向上させることでより大きなノイズマージンを確保することができる。また、このとき水平、垂直方向のずれ量をより検出しやすくなるためにそれぞれのエラー量を算出するための基準画素を、水平、垂直のそれぞれに分解して配置すると、よりエラーの算出が容易となる。また図11

(g)～図11(i)のように画素列を斜めに配列することでも、水平、垂直のずれ情報を検出することも可能である。このように位置決め用画像の各々は、点対称に配置された離散像又は連続像から構成されることが好ましい。

【0038】なお、本実施形態では、角度多重記録と空間多重記録とを同時に移動機構を示したが、体積ホログラフィックメモリ10の結晶光学軸方向(矢印A)の上下移動又は回転運動(矢印B)の一方のみを行う移動機構を使用して、一方のみの多重を行うこともできる。また、上下移動及び回転移動機構の代りに、体積ホログラフィックメモリ10の結晶光学軸方向の移動と回転移動とが別々に制御されるような移動機構を採用することもできる。例えば、回転方向については超音波モータなどにより回転させ、結晶光学軸方向の送り移動は別の1軸の移動ステージにより制御する構成とすることも可能である。

【0039】このように、第1波長の信号光と参照光の照射と同時に、体積ホログラフィックメモリの感光性を増加せしめる異なる第2波長の波長のゲート光を体積ホログラフィックメモリに入射させて、信号光と参照光とゲート光によって照射される部位に干渉縞を記録する、いわゆる2colorのホログラフィックメモリシステムが達成される。

【0040】信号光と参照光の光源に1波長のレーザを1つしか用いない従来のいわゆる1colorのホログラフィックメモリシステムにおける、干渉縞を記録した後のそれぞれの光路に存在する記録済みの情報を信号光と参照光で消去してしまう欠点を、この2colorホログラフィックメモリシステムでは解消できる。以上説明した円柱などの回転体体積ホログラフィックメモリを用いた2colorホログラフィックメモリシステムにおいては、体積ホログラフィックメモリ内でゲート光、参照光及び信号光の3つの光が交差した部分に信号が逐次記録される。例えば、図3に示すように、テーブル19aによる円柱体体積ホログラフィックメモリ10の回転軸まわりの回転により、最外周の一一周360度分記録(2点鎖線で示す)が終わった後に、参照光光路の光軸方向(z方向)に移動させて体積ホログラフィックメモリ10を参照光とゲート光に対して相対的に走査して、例えば1ステップ内周側に記録位置が移動する。次に、最外周の場合と同じく一周360度分記録する。この動作を繰り返すことにより回転体体積ホログラフィックメモリの1層内に同心円状に情報が空間的に記録される。このとき、体積

ホログラフィックメモリの回転と、参照光及びゲート光の走査を同期させ螺旋状に記録を行ってよい。

【0041】さらに、他の実施形態として図12に、例えば、フォトリフラクティブ結晶体の体積ホログラフィックメモリはその光学結晶軸をその1平面に平行に備えた一軸結晶の直方体10として、上記実施形態同様、その直方体のx y z方向に独立に平行移動及び回転できる場合を示す。直方体体積ホログラフィックメモリ10の1層目には、まず体積ホログラフィックメモリ10が同一の高さで水平方向(x方向)に移動するようにテーブル19aをコントローラ20にて制御する。次に同時に体積ホログラフィックメモリ10を深さ方向(z方向)に移動させて参照光とゲート光を走査すると、1ステップ奥側に記録位置Pが移動することで、前記と同様の記録がおこなえる。

【0042】またさらに、他の実施形態では、図13に示すように、直方体体積ホログラフィックメモリ10の側面に対して参照光の入射角を変化させるために、一对のガルバノミラーを使用した角度多重記録システムにも、応用できる。一对のガルバノミラーはその一方を回動させて体積ホログラフィックメモリ10内の1点に向け参照光を入射させ、参照光の入射角を変化させていく。

【0043】このビームスプリッタ16、ミラー17及び18並びにガルバノミラーからなるユーザの使用する記録画像再生のための参照光ビーム光学系に加えて、図13の実施形態では、ビームスプリッタ16b、ミラー17b及び回動自在の凹面鏡18bからなる位置決め用画像再生のための球面波参照光手段を備えている。凹面鏡18bは光源からの平面波から発散球面波を生成する。リレーレンズ系180によって発散球面波は、収束球面波を生成する。凹面鏡18bを回動させることにより、体積ホログラフィックメモリ10内の1点に向け収束球面波の参照光を入射集光させ、さらに参照光の入射角を変化させている。

【0044】位置決め用画像再生のため球面波の参照光を用いる理由は以下のとおりである。リップマンホログラムなどで特定の波長の光を特定角度で選択的に反射するのは、多くの層からの散乱光の干渉が原因であることが知られている。図14のように体積ホログラフィックメモリ中に干涉縞を屈折率格子として記録した面は、屈折率差の複数の層があり、波長λの入射光を散乱する。多数の等間隔dの層に記録された干渉縞によって散乱された光のうち、層の面によって鏡面反射される方向の光はすべて位相が等しいので強め合う。さらに、次の面からの散乱波を考えると、図14中のA BとA Dが等位相面となり、BからCを経てDに至る光路長が波長の整数倍だと強め合うので、ブレッジの条件を満たすとき間隔をdとして

【0045】

【数1】 $2d \cdot \sin \theta = m\lambda$ (mは整数, θは各層への入射角を示す) という関係を満たす波長の光が強く反射される。この複数の層からの散乱光の干渉があるため、帯域の広い波長の光で再生しても記録に用いた波長の光だけしか特定角度で反射しない。また、共役像も生じない。

【0046】ここで、可干渉の球面波参照光には広い範囲の入射角度の波が含まれるので、位置決め用画像記録時の入射角度の参照光に一致する角度で反射する光によって、位置決め用画像が特定方向に結像できる。よって、球面波の集光型参照光を用いることにより、凹面鏡18bの反射点及び体積ホログラフィックメモリ10内の収束点を特定できれば位置決め用画像の結像位置が容易にわかる。

【0047】球面波参照光手段は、凹面鏡18bのステップモータなどの回動機構及びリレーレンズ系180によって体積ホログラフィックメモリ10内の収束点を中心収束球面波の参照光ビームを回転移動せしめる機構を備えている。この収束球面波参照光の回転移動機構を用いれば、或る1方向の球面波参照光だけでなく、複数の方向の球面波参照光によって、複数の位置決め用画像が再生できる。これにより、より精度の高い体積ホログラフィックメモリ10の位置制御が可能となる。

【0048】図15のフローチャートに示すステップを順次実行して、コントローラ20が体積ホログラフィックメモリ10の位置制御をまず行い、そして、再生時には記録した時と同じ方法で平面波参照光のみを体積ホログラフィックメモリに当てれば、再生信号が得られる。コントローラ20による位置調整は、ステップS1にて、記録媒体である体積ホログラフィックメモリを光記録生成装置のテーブル19aに取り付けられたことを検知する。ステップS2にて、波長可変レーザなどの光源15の発振スペクトル線幅を広域化する。ステップS3にて、シャッタ6a及び6bを閉じてシャッタ6cのみを開き光源15からの平面波を凹面鏡18bへ導き球面波の集光型参照光に切り替える。ステップS4にて、ステップモータを駆動して凹面鏡18bを回動せしめ100～400ページ相当の入射角度で集光型参照光を走査して体積ホログラフィックメモリへ入射する。ステップS5にて、記録済みの位置決め用画像の存在又は非存在を判別する。記録済みの位置決め用画像がない場合、ステップS6にて、参照光入射角度を+100°～-100°分増加させ集光型参照光を走査して体積ホログラフィックメモリへ入射する。記録済みの位置決め用画像がある場合、ステップS7にて、取り込んだ位置決め用画像から位置エラー信号を生成する。ステップS8にて、カウンタの初期値1を設定する。ステップS9にて、x y zステージ190をx y z方向に独立して、平行移動して微調整する。ステップS10にて、位置エラー信号が最小か否かを判別する。位置エラー信号が最小でない場合、ステップS

9を繰り返す。位置エラー信号が最小である場合、ステップS11にて、θステージをy方向に伸長する軸周りにて回転させ微調整する。ステップS12にて、位置エラー信号が最小か否かを判別する。位置エラー信号が最小でない場合、ステップS11を繰り返す。位置エラー信号が最小である場合、ステップS13にて、αステージをz方向に伸長する軸周りにて回転させ微調整する。ステップS14にて、位置エラー信号が最小か否かを判別する。位置エラー信号が最小でない場合、ステップS13を繰り返す。位置エラー信号が最小である場合、ステップS15にて、βステージをx方向に伸長する軸周りにて回転させ微調整する。ステップS16にて、位置エラー信号が最小か否かを判別する。位置エラー信号が最小でない場合、ステップS15を繰り返す。位置エラー信号が最小である場合、ステップS17にて、カウンタ値を1づつ減分する。ステップS18にて、カウンタ値がゼロ未満であるか否かを判別する。ゼロ未満でない場合、ステップS9から繰り返す。ゼロ未満である場合、ステップS19にて、位置決め用画像を検出する位置調整を終了する。

【0049】そして直方体体積ホログラフィックメモリ10の位置調整により基準位置が決まるので、シャッタ6a及び6cを閉じてシャッタ6bのみを開き光源15からの平面波をミラー18へ導き平面波の参照光に切り替え、再生を開始する。なお、この例では直方体体積ホログラフィックメモリ10を用いているが、円柱などの回転体体積ホログラフィックメモリを用いかかる光情報記録再生装置にて再生することもできる。

【0050】さらに、他の実施例としては、体積ホログラフィックメモリの再生中の軸回転の実時間サーボが可能なシステムがある。例えば、このリアルタイムサーボが可能なシステムでは、図16に示すように、円柱などの回転体体積ホログラフィックメモリ10において、その一方の端部に位置決め用画像が集中して配置されかつ所定周期のページ毎に配置された所定の位置決め用定着領域101を設け、残る部分にユーザが使用する画像データを記録再生するユーザ領域102を設けることができる。

【0051】リアルタイムサーボが可能な光情報記録再生装置は、もっぱら画像データを記録再生するユーザ領域102の画像記録再生用に用いられる上記の実施例と同様の参照光手段、信号光手段及びゲート光手段に加えて、図17に示すような、体積ホログラフィックメモリ10の定着領域101へのみ第1波長の可干渉性参照光ビーム49を入射する位置決め用参照光手段と参照光ビーム49の照射による定着領域の光干渉パターンの屈折率格子からの回折光を検出するフーリエ逆変換レンズレンズ50及びCCD51を含む位置決め用検出手段とを備えている。参照光ビーム49は図示しないが上記実施例同様に共通の光源からビームスプリッタ及びミラーに

よって導かれる。図18に示すように、位置決め用参照光手段及び位置決め用検出手段は、SLM12及びフーリエ変換レンズ13の信号光光学系とフーリエ逆変換レンズレンズ21及びCCD22の検出光学系とを通過する信号光の光路の光軸のユーザ領域102の画像記録再生用レベルとは異なる位置決め画像再生用レベルに参照光ビーム49光路の光軸が存在するように、配置される。

【0052】このように、熱又は強電界の印加により定着され不揮発化した屈折率格子として位置決め用画像が所定の定着領域101に集中して配置されかつ該定着領域において所定周期のページ毎に配置された体積ホログラフィックメモリを用いるとともに、位置決め画像再生用の参照光手段及び光検出手段を、通常の画像データを記録再生する手段とは別に、独立に設けてあるので、上記実施例とは異なり、体積ホログラフィックメモリの位置調整がリアルタイムでサーボが可能となる。

【0053】以上説明した位置決め画像を用いた体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置は、いずれにしてもプリマークを位置決め画像として所定間隔又は配置で多数プリフォーマットしておき、再生画像の基準画像中心からのずれを検出して位置決めエラー信号とする方式であるので、つぎの効果がある。位置決めエラー信号を検出するための位置決め画像を記録定着したサーボ領域と、データを読み書きするデータ領域とが時間的空間的に完全に分離されているため、データ信号と位置決めエラー信号との干渉がない。したがって、アドレス領域を含むインデックス領域とデータ領域、及びデータの記録の前、中、後でまったく位置決めエラー信号が変化しないので、非常に安定である。ただし、サーボ領域を多数設けるので、データ容量が減少する。

【0054】プリマークが画像中心に対して完全に対象にプリフォーマットされていれば、光軸ずれにも強くなるので、光学系の精度も大幅に緩和でき、また、体積ホログラフィックメモリ傾きにも強くなるので、体積ホログラフィックメモリの互換性もよくなる。本発明では、位置決めエラー信号はサーボ領域から得るので、データ領域の体積ホログラフィックメモリ欠陥はエラー信号に影響しない。しかし、体積ホログラフィックメモリ欠陥などのためにつぶれたりしていると、その影響を強く受ける。

【0055】このため、体積ホログラフィックメモリ製作工程の精度を上げて欠陥を減らすことが望ましいが、もし欠陥が生じたときは、それを位置決めエラー信号として取込まない工夫が必要である。位置決めエラー信号はサーボ領域の位置決め画像における画像単位ビットがサンプル点という決まった場所にあることがわかっていて、異常が検知しやすいので、プリマークが正常なときの検出信号の再生パターンと実際の再生信号波形のパターンを比較すれば画像単位ビットの欠陥が検出できる。

17

この欠陥が検出されたときは、その前のサーボ領域内のサンプル点における位置決めエラー信号を使えば画像単位ピット欠陥の影響は除去できる。

【0056】さらに、画像単位ピットの第1プリマークの位置を例えば所定間隔ページごとにずれて配置すれば、体積ホログラフィックメモリに対し光ビームが高速に平行移動又は回転するときでも、位置情報を検出できる。この光ビームの移動時は、第1プリマークのサンプル・ホールドのタイミングを常に固定したままにしておき、サンプル・ホールドのタイミングが同期している画像群をビームが通過するときと、第1プリマーク位置がずれているときとでは、サンプルホールド回路の出力に差を生じるので、位置情報を検出できる。

【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、体積ホログラフィックメモリ内において位置決め用画像に応じて変調された可干渉性信号光ビームと可干渉性参照光ビームとの3次元的な光干渉パターンに対応する不揮発化した屈折率格子を有するので、高密度で干渉パターンを記録可能かつ互換性ある体積ホログラフィックメモリが得られる。また、光情報記録再生装置における正確な体積ホログラフィックメモリの位置制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の体積ホログラフィックメモリシステムの構成を示す線図。

【図2】本発明による体積ホログラフィックメモリシステムの構成を示す側面図。

【図3】本発明による円柱体積ホログラフィックメモリを装着した体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置における要部を示す斜視図。

【図4】本発明による実施例の体積ホログラフィックメモリシステムの要部を示す側面図。

【図5】本発明による実施例の体積ホログラフィックメモリ用テーブルの要部を示す平面図。

【図6】本発明による実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

【図7】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

【図8】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

10

【図9】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

【図10】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

【図11】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリに記録される位置決め用画像を示す正面図。

11

【図12】本発明による他の実施例の直方体体積ホログラフィックメモリを装着した体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置における要部を示す斜視図。

【図13】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリシステムを示す構成図。

【図14】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリを示す側面図。

【図15】本発明による他の実施例のコントローラが体積ホログラフィックメモリの位置制御を行うステップを示すフローチャート。

20

【図16】本発明による他の実施例の円柱体積ホログラフィックメモリを示す斜視図。

【図17】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリシステムの要部を示す側面図。

【図18】本発明による他の実施例の体積ホログラフィックメモリ用テーブルの要部を示す平面図。

【符合の説明】

1, 10 体積ホログラフィックメモリ

13, 21 フーリエ変換レンズ

14 ビームエキスパンダ

15 レーザ

30

16 ビームスプリッタ

17 ミラー

18, 18a 反射可動ミラー

19 駆動部

19a 位置制御用テーブル

20 コントローラ

22 CCD

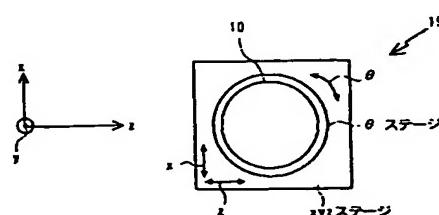
25 エンコーダ

26 デコーダ

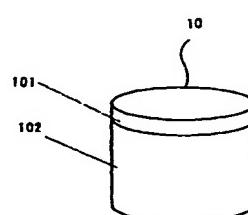
30 スーパールミネッセントダイオード

40

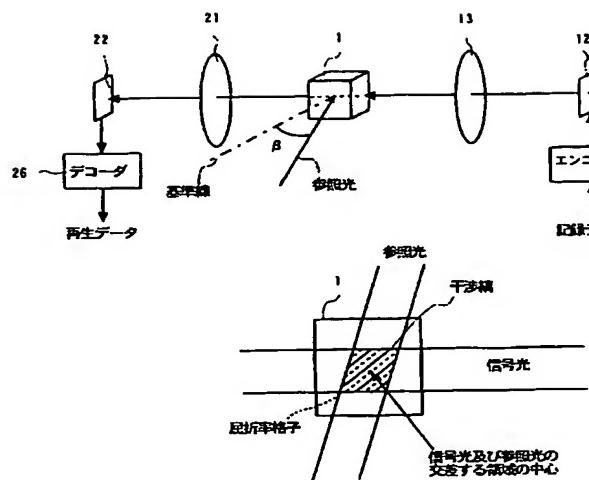
【図5】



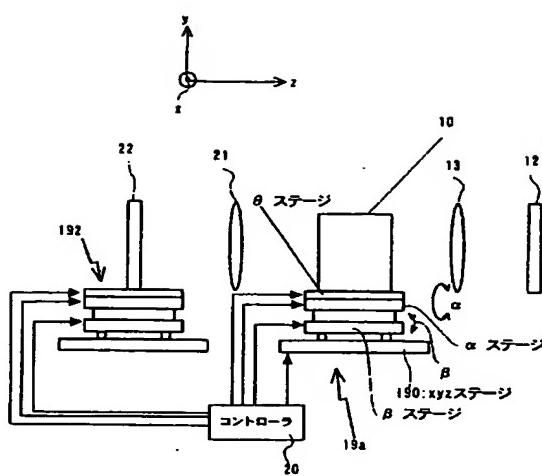
【図16】



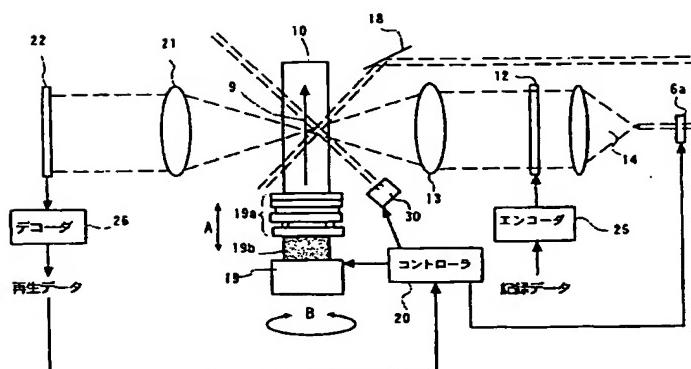
〔圖 1〕



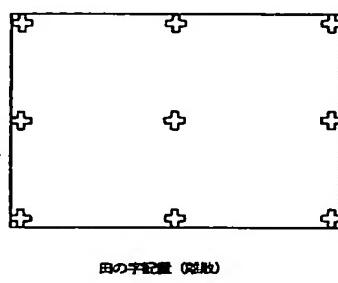
[图4]



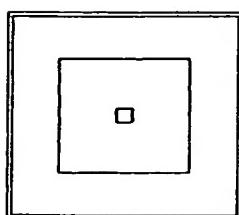
[图2]



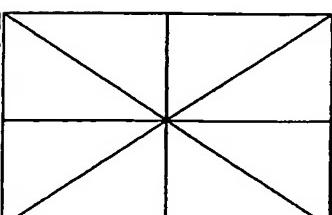
【图7】



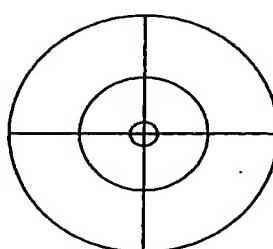
[图 8]



附錄 (正方形)

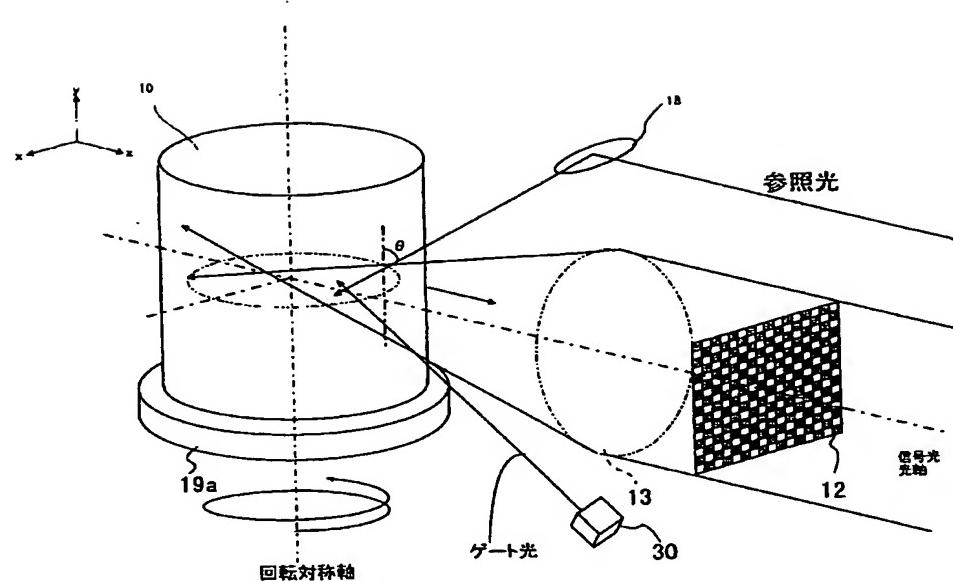


用法索引

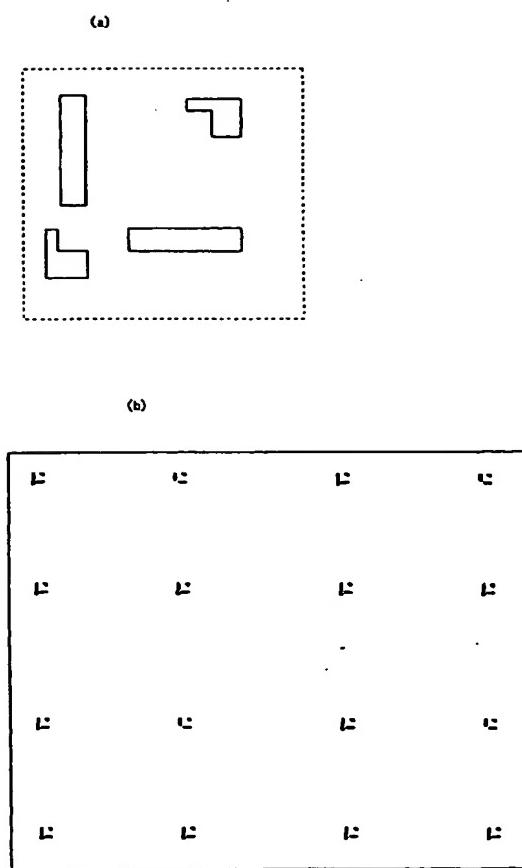


四百四十一

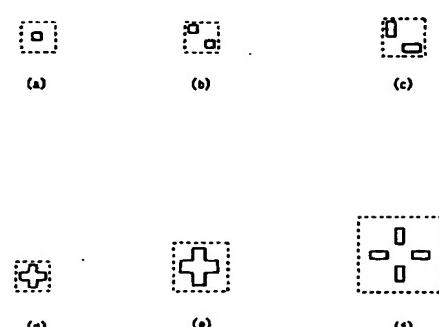
【図3】



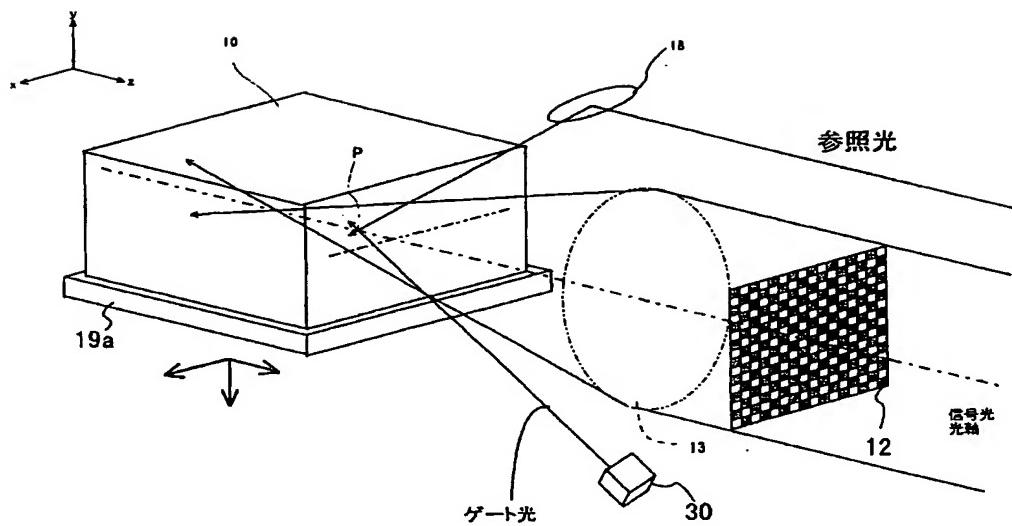
【図6】



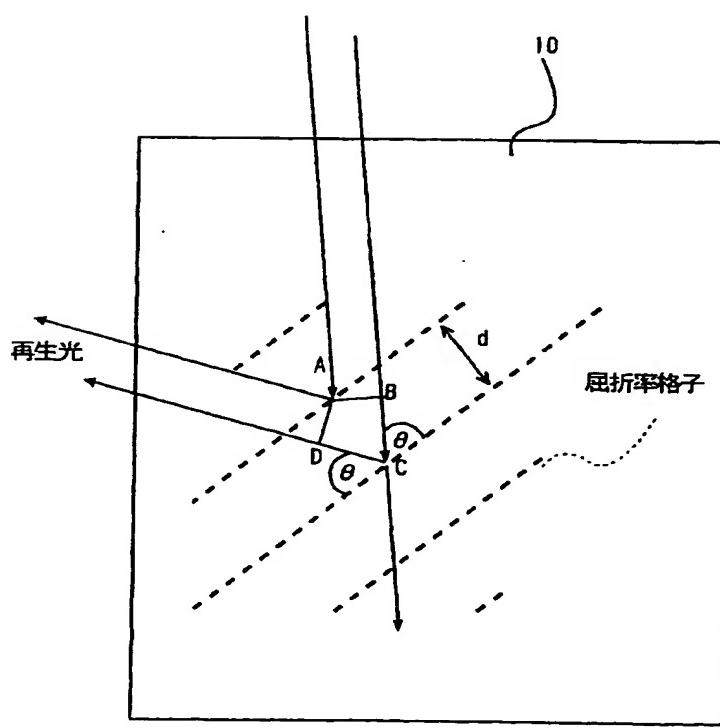
【図11】



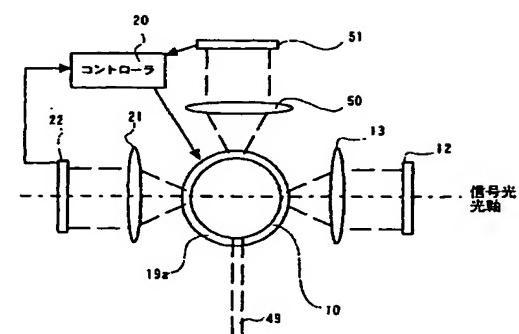
【図12】



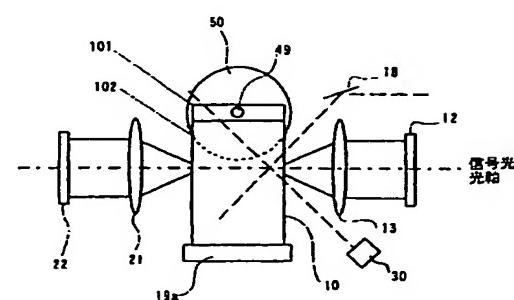
【図14】



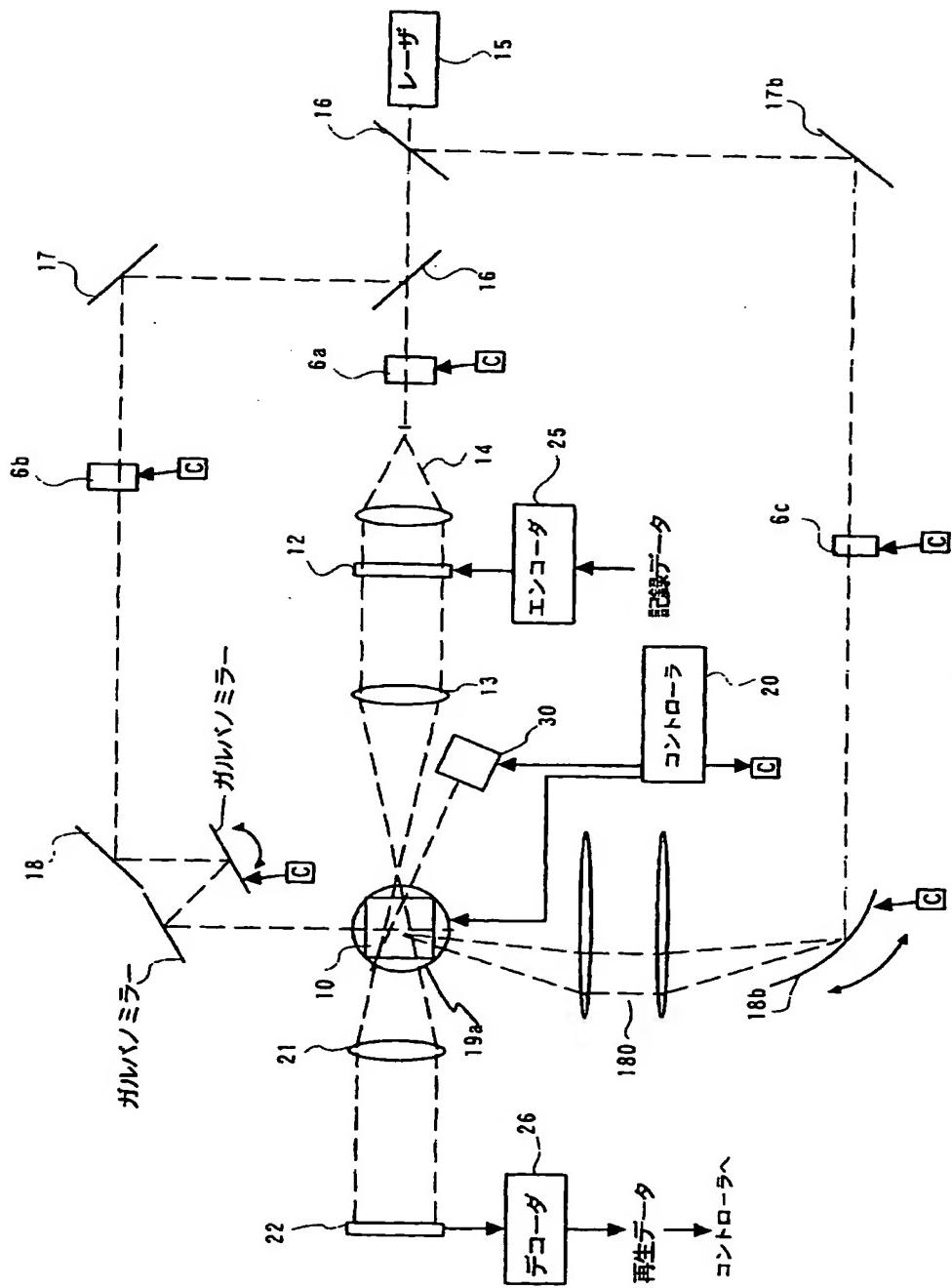
【図17】



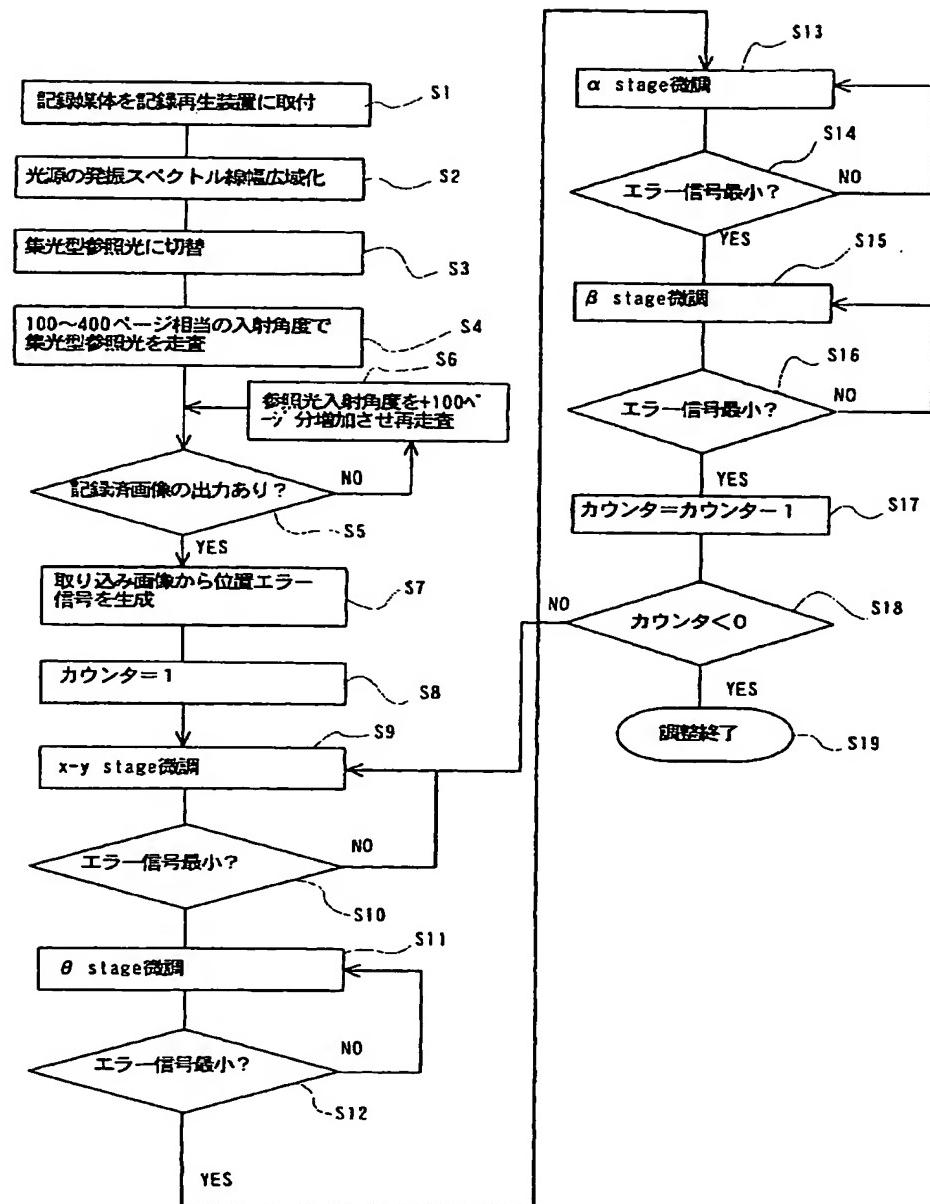
【図18】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 畑野 秀樹

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
イオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 伊藤 善尚

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
イオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 松下 元

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
イオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 山路 崇

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
イオニア株式会社総合研究所内

F ターム(参考) 2K008 AA04 BB04 BB08 CC01 CC03
EE04 EE07 FF17 HH19
5D090 BB16 BB18 CC01 CC04 DD01
DD05 FF49 KK06 KK09 LL02
LL03

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2000-284671

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.CI.

G03H 1/02

G03H 1/22

G11B 7/00

G11C 13/04

(21)Application number : 11-091749

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 31.03.1999

(72)Inventor : TANAKA SATORU

TAKANO TOMOMITSU

HATANO HIDEKI

ITO YOSHINAO

MATSUSHITA HAJIME

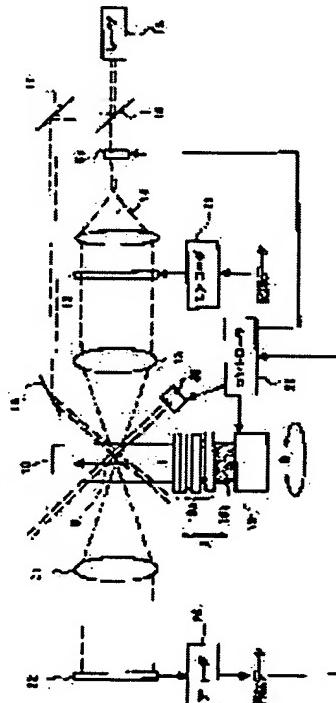
YAMAJI TAKASHI

(54) VOLUME HOLOGRAPHIC MEMORY OPTICAL INFORMATION RECORDING REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reproducing device which can record an interference pattern with high density and which is compatible by preliminarily forming a nonvolatile refractive index grating corresponding to the three dimensional optical interference pattern between a signal light beam and a referential light beam.

SOLUTION: The signal beam passes through a shutter 6a, light beam expander 14, spacial optical modulator 12 and Fourier transformation lens 13 and enters a volume holographic memory 10. The referential light beam is reflected by mirrors 17, 18 to enter the volume holographic memory 10 and is crossed in the medium with the signal light beam from the lens 13 to interfere to produce three-dimensional interference fringes. The gate light from a superluminescent diode 30 activates or inactivates the refractive index grating according to the presence or absence



of the optical interference pattern in the volume holographic memory 10. Thereby, when data is to be recorded, the signal light, referential light and gate light are made to irradiate a specified position in the volume holographic memory 10 in recording the date as a refractive index grating.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3674903

[Date of registration] 13.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Volume holographic memory characterized by having the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the coherent signal light beam and coherent reference beam beam which consist of a photorefractive ingredient, and which are volume holographic memory and were modulated according to the image for positioning.

[Claim 2] Said refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] is volume holographic memory according to claim 1 characterized by establishing impression of heat or a heavy current community.

[Claim 3] Each of said image for positioning is volume holographic memory according to claim 1 characterized by consisting of the discrete image or continuous image arranged at point symmetry.

[Claim 4] Said image for positioning is volume holographic memory according to claim 1 characterized by having been dispersedly arranged for every page of a predetermined period.

[Claim 5] Said image for positioning is volume holographic memory according to claim 1 characterized by having concentrated on the predetermined fixing field, and having been arranged, and having been arranged for every page of a predetermined period in this fixing field.

[Claim 6] Volume holographic memory according to claim 1 characterized by consisting of body of revolution of the uniaxial crystal equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the symmetry axis of rotation inversion.

[Claim 7] Volume holographic memory according to claim 1 characterized by consisting of a rectangular parallelepiped of the photorefractive crystalline of the uniaxial crystal equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the one flat surface.

[Claim 8] The support means supported for the volume holographic memory which consists of a photorefractive ingredient, enabling free wearing, The reference beam means which carries out incidence of the coherent reference beam beam of the 1st wave to said volume holographic memory, A signal light means to make the coherent signal light beam of the 1st wave modulated according to image data intersect said reference beam beam inside incidence Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne. in said volume holographic memory, and to generate an optical three dimension interference pattern with said reference beam, A detection means to detect the diffracted light from the refractive index grating of the optical interference pattern of said volume holographic memory by the exposure of said reference beam beam, It is the volume holographic memory light information record regenerative apparatus which ****. Said volume holographic memory has beforehand the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the coherent signal light beam and coherent reference beam beam which were modulated according to the image for positioning. The volume holographic memory light information record regenerative apparatus characterized by having the medium justification means to which the location of said support means which supports said volume holographic memory is made to move according to the signal corresponding to the image for positioning from said detection means.

[Claim 9] Said medium justification means is a volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 8 characterized by having the device made to rotate the circumference of the optical axis of the optical path concerned , and around said two directions while carrying out the parallel displacement of said volume holographic memory in the two directions perpendicular to the optical axis of the optical path concerned included in the direction list of an optical axis of the optical path of said signal light beam of said signal light means at meridional one and a sagittal plane , respectively .

[Claim 10] The volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 8 characterized by having further the detection justification means to which the location of said detection means is made to move according to the signal corresponding to the image for positioning from said detection means.

[Claim 11] Said detection justification means is a volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 10 characterized by having the device in which it is made to rotate the circumference of the optical axis of the optical path concerned, and around said two directions while carrying out the parallel displacement of the light-receiving side of said detection means in the two directions perpendicular to the optical axis of the optical path concerned included in the direction list of an optical axis of the optical path of said signal light beam of said signal light means at meridional one and a sagittal plane, respectively.

[Claim 12] The volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 8 characterized by having further the spherical-wave reference beam means which carries out incidence of the coherent reference beam beam which consists of a convergence spherical wave of the 1st wave to said volume holographic memory.

[Claim 13] Said spherical-wave reference beam means is a volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 12 characterized by having the device in which the coherent reference beam beam which consists of said convergence spherical wave of the 1st wave focusing on said volume holographic memory is made to rotate.

[Claim 14] It has the predetermined fixing field which said image for positioning concentrated said volume holographic memory, and has been arranged, and has been arranged for every page of a predetermined period. The reference beam means for positioning which carries out incidence of the coherent reference beam beam of the 1st wave only to said fixing field, Volume holographic memory according to claim 8 characterized by having further a detection means for positioning to detect the diffracted light from the refractive index grating of the optical interference pattern of said fixing field by the exposure of said reference beam beam for positioning.

[Claim 15] The volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 8 to 14 characterized by having the gate light means which carries out incidence of the gate light beam of the 2nd wave which is made to increase the photosensitivity of said volume holographic memory, responds to existence of said optical interference pattern or nonexistence, and activates or deactivates a refractive index grating to said volume holographic memory.

[Claim 16] Said gate light means is a volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 15 characterized by having a super luminescent diode.

[Claim 17] Said gate light means is a volume holographic memory light information record regenerative apparatus according to claim 16 characterized by having a means to limit a gate light beam to the field to which said signal light beam and a reference beam beam cross, and to irradiate it.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical information record regenerative apparatus using volume holographic memory and volume holographic memory.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the holographic memory system is known as a digital recording system adapting the principle of holography. A holographic memory system records digital data on the memory medium of photorefractive crystallines, such as lithium niobate LiNbO₃, and is reproduced to it. A photorefractive effect is the phenomenon of forming space electric-field distribution, and this being connected with the primary electro-optical effect, i.e., the Pockels effect, and changing the refractive index of a crystal, when the charge produced by optical pumping moves in the inside of a crystal. development although refractive-index change usually answers also to the fine optical input configuration of 1000 lines or more per mm and the effectiveness is based also on an ingredient in the ferroelectric crystal which has a photorefractive effect, since it is generated on real time in the speed of response of microsecond - second order -- various application is studied as an unnecessary real-time hologram medium. In a holographic memory system, in a two-dimensional flat-surface page unit, data can be recorded, and it can reproduce, and multiplex record is possible using two or more pages.

Volume holographic memory makes three-dimensional record possible for this memory medium as three-dimension configurations, such as a rectangular parallelepiped. As a two-dimensional image page unit, in the three-dimension-space of volume holographic memory, it distributes and is recorded in the volume holographic memory which is one kind of the Fourier transform hologram. Below, the outline of a volume holographic memory system is explained with reference to drawing 1.

[0003] In drawing 1 , an encoder 25 changes the digital data which should be recorded on the volume holographic memory 1 as a dot pattern image of light and darkness on a flat surface, for example, rearranges it into a 480 bits long and 640 bits wide data array, and generates unit page sequence data. This data is sent out to the space phototransducers (SLM:Spatial Light Modulator) 12, such as a panel of the TFT-liquid-crystal display (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) (henceforth LCD) of a transparency mold.

[0004] The space phototransducer 12 has a modulation batch 480 pixels long and 640 pixels wide [corresponding to a unit page], carries out light modulation of the irradiated signal beam to the on-off signal of a spatial light according to the unit page sequence data from an encoder 25, and leads to a lens 13, the modulated signal beam, i.e., the signal light. electric - optical conversion according to each contents of a bit in unit page data be attain, and the signal beam modulated as signal light of a unit page sequence be generate by the space phototransducer 12 answer in more detail the logical value "1" of the unit page sequence data which be an electrical signal, and pass a signal beam, answer a logical value "0", and intercept a signal beam.

[0005] Incidence of the signal light is carried out to the volume holographic memory 1 through a lens 13. A reference beam carries out incidence to the volume holographic memory 1 with an include angle

beta (it is hereafter called "the incident angle beta".) from the predetermined datum line which intersects perpendicularly with the optical axis of the beam of signal light other than signal light. It interferes in signal light and a reference beam within the volume holographic memory 1, and record of data is performed by memorizing this interference fringe as a refractive index grating in the volume holographic memory 1. Moreover, three-dimension data logging becomes possible by changing an angle of incidence beta, carrying out incidence of the reference beam, and carrying out include-angle multiplex record of two or more two-dimensional flat-surface data.

[0006] In reproducing the recorded data from the volume holographic memory 1, it carries out incidence only of the reference beam to the volume holographic memory 1 by the same incident angle beta as the time of record towards the core of a field that a signal light beam and a reference beam beam cross. That is, unlike the time of record, incidence of the signal light is not carried out. Thereby, the diffracted light from the interference fringe currently recorded in the volume holographic memory 1 is led to CCD (Charge Coupled Device)22 of a photodetector through a lens 21. CCD22 changes the light and darkness of incident light into the strength of an electrical signal, and outputs the analog electrical signal which has the level according to the brightness of incident light to a decoder 26. A decoder 26 reproduces the data of "1" and "0" which correspond this analog signal as compared with predetermined amplitude value (slice level).

[0007] In volume holographic memory, since it records by the two-dimensional flat-surface data sequence as mentioned above, include-angle multiplex record can be performed by changing the incident angle beta of a reference beam. That is, by changing the incident angle beta of a reference beam, two or more two-dimensional flat surfaces which are record units can be specified in volume holographic memory, consequently it becomes recordable at a three dimension. The example of include-angle multiplex record is indicated by JP,2-142979,A and JP,10-97174,A.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When dealing with volume holographic memory as a dismountable mass record medium, the stowed position to an optical information record regenerative apparatus influences the physical relationship of a CCD photo detector and a playback image. Therefore, a volume holographic memory stowed position is greatly concerned with the quality of a CCD regenerative signal. For this reason, although some images to record were allotted to justification and it corresponded conventionally, when volume holographic memory was attached newly, the optical strain of a before [from the space optical modulator generated by volume holographic memory / a CCD image sensor], the gap of a signal image, etc. had to be stored in predetermined default value.

[0009] Moreover, since the playback image shifted greatly by dispersion in the location of a before [from the volume holographic memory in the time of record and playback / a CCD image sensor] etc. when the volume holographic memory recorded with a certain optical information record regenerative apparatus was reproduced with other optical information record regenerative apparatus, according to it, CCD or volume holographic memory needed to be adjusted considerably, and there was a fault that a problem was in compatibility.

[0010] Then, the purpose of this invention is to offer a compatible volume holographic memory light information record regenerative apparatus with a high-density and recordable and interference pattern.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The volume holographic memory of this invention is volume holographic memory which consists of a photorefractive ingredient, and is characterized by having the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the coherent signal light beam and coherent reference beam beam which were modulated according to the image for positioning.

[0012] In the volume holographic memory of this invention, said refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] is characterized by establishing impression of heat or a heavy current community. In the volume holographic memory of this invention, each of said image for positioning is characterized by consisting of the discrete image or continuous image arranged at point symmetry. In the volume holographic memory of this invention, said image for positioning is

characterized by having been dispersedly arranged for every page of a predetermined period.

[0013] In the volume holographic memory of this invention, said image for positioning is characterized by having concentrated on the predetermined fixing field, and having been arranged, and having been arranged for every page of a predetermined period in this fixing field. In the volume holographic memory of this invention, it is characterized by consisting of body of revolution of the uniaxial crystal equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the symmetry axis of rotation inversion.

[0014] In the volume holographic memory of this invention, it is characterized by consisting of a rectangular parallelepiped of the photorefractive crystalline of the uniaxial crystal equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the one flat surface. The volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention The support means supported for the volume holographic memory which consists of a photorefractive ingredient, enabling free wearing, The reference beam means which carries out incidence of the coherent reference beam beam of the 1st wave to said volume holographic memory, A signal light means to make the coherent signal light beam of the 1st wave modulated according to image data intersect said reference beam beam inside incidence *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. in said volume holographic memory, and to generate an optical three dimension interference pattern with said reference beam, A detection means to detect the diffracted light from the refractive index grating of the optical interference pattern of said volume holographic memory by the exposure of said reference beam beam, It is the volume holographic memory light information record regenerative apparatus which ****. Said volume holographic memory has beforehand the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the coherent signal light beam and coherent reference beam beam which were modulated according to the image for positioning. It is characterized by having the medium justification means to which the location of said support means which supports said volume holographic memory is made to move according to the signal corresponding to the image for positioning from said detection means.

[0015] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention , said medium justification means be characterize by have the device make to rotate the circumference of the optical axis of the optical path concerned , and around said two directions while it carry out the parallel displacement of said volume holographic memory in the two directions perpendicular to the optical axis of the optical path concerned include in the direction list of an optical axis of the optical path of said signal light beam of said signal light means at meridional one and a sagittal plane , respectively .

[0016] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, it is characterized by having further the detection justification means to which the location of said detection means is made to move according to the signal corresponding to the image for positioning from said detection means. In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, said detection justification means is characterized by to have the device in which it is made to rotate the circumference of the optical axis of the optical path concerned, and around said two directions while carrying out the parallel displacement of the light-receiving side of said detection means in the two directions perpendicular to the optical axis of the optical path concerned included in the direction list of an optical axis of the optical path of said signal light beam of said signal light means at meridional one and a sagittal plane, respectively.

[0017] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, it is characterized by having further the spherical-wave reference beam means which carries out incidence of the coherent reference beam beam which consists of a convergence spherical wave of the 1st wave to said volume holographic memory. In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, said spherical-wave reference beam means is characterized by having the device in which the coherent reference beam beam which consists of said convergence spherical wave of the 1st wave focusing on said volume holographic memory is made to rotate.

[0018] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this

invention It has the predetermined fixing field which said image for positioning concentrated said volume holographic memory, and has been arranged, and has been arranged for every page of a predetermined period. It is characterized by having further the reference beam means for positioning which carries out incidence of the coherent reference beam beam of the 1st wave only to said fixing field, and a detection means for positioning to detect the diffracted light from the refractive index grating of the optical interference pattern of said fixing field by the exposure of said reference beam beam for positioning.

[0019] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, it is characterized by having the gate light means which carries out incidence of the gate light beam of the 2nd wave which is made to increase the photosensitivity of said volume holographic memory, responds to existence of said optical interference pattern or nonexistence, and activates or deactivates a refractive index grating to said volume holographic memory.

[0020] In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, said gate light means is characterized by having a super luminescent diode. In the volume holographic memory light information record regenerative apparatus of this invention, it is characterized by equipping said gate light means with a means to limit a gate light beam to the field to which said signal light beam and a reference beam beam cross, and to irradiate it.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 2 shows an example of the optical information record regenerative apparatus using the volume holographic memory by this invention. By dividing into two of the reference beam beams which deflect the signal beam by which outgoing radiation was carried out from laser 15 at the time of record to the signal light beam which goes straight on by the beam splitter 16, and the upper part, each is led to the optical path of signal light beam optical system and reference beam beam optical system.

[0022] Incidence of the signal beam which passed the beam splitter 16 is carried out to the volume holographic memory 10 through shutter 6a, the light beam expander 14, the space optical modulator 12, and Fourier transformer lens 13. A signal beam has the time amount which irradiates the volume holographic memory of a light beam with the automatic shutter controlled by KONN troller controlled, and is expanded to the parallel light of the diameter of predetermined by the beam expander 14. The space phototransducer 12 is LCD of the two-dimensional flat surface of 480 x 640 pixels, and changes the beam from the beam expander 14 into signal light according to the digital recording data supplied from an encoder 25. With the space optical modulator 12, according to record page data, after a space modulation is carried out with a two-dimensional grid pattern like a checker, the Fourier transform is carried out to the transparency/nontransparent for every pixel by Fourier transformer lens 13, it is condensed by the volume holographic memory 10 and image formation is carried out as a Fourier transform image into the volume holographic memory 10. The cylinder bodily-shape-like volume holographic memory 10 is arranged so that the fourier side with a lens 13 may become parallel to the symmetry axis of rotation inversion of the volume holographic memory 10. The volume holographic memory of a photorefractive crystalline is the cylinder object of uniaxial crystals, such as LiNbO₃ equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the symmetry axis of rotation inversion.

[0023] On the other hand, it is reflected by mirrors 17 and 18, and a reference beam beam carries out incidence to the volume holographic memory 10, makes the signal light beam from a lens 13 intersect in the location inside a medium, makes it interfere, and makes the interference fringe of a three dimension from reference beam beam optical system. Here, the optical system of a mirror 18, a lens 13, etc. is arranged so that a reference beam and signal light may interfere at this side or the back of the fourier side instead of the fourier side top. The signal light beam and the reference beam beam are arranged in the flat surface which has the normal which becomes perpendicular to the symmetry axis of rotation inversion of volume holographic memory.

[0024] It is prepared in the side-face lower part side of the volume holographic memory 10 so that the super luminescent diode 30 which generates gate light may carry out incidence of the gate light from the side face of the volume holographic memory 10. Gate light contains the light of the 2nd wavelength to

which the photosensitivity of different volume holographic memory 10 from the wavelength of a reference beam and signal light is made to increase. Gate light responds to the existence of an optical interference pattern or nonexistence in the volume holographic memory 10, and activates or deactivates a refractive index grating. Therefore, gate light functions also as an elimination light of the refractive index grating by the optical interference pattern. The super luminescent diode 30 which is a gate light means is arranged so that a gate light beam may be limited to the field to which the signal light in the volume holographic memory 10 and a reference beam cross and may be irradiated, and on-off control is carried out by the controller 20. The gate light beam is also arranged in the flat surface which has the normal which becomes perpendicular to the symmetry axis of rotation inversion of volume holographic memory, as shown in drawing 3. That is, the gate light beam is also made to intersect a signal light beam and a reference beam beam list in the flat surface containing the symmetry axis of rotation inversion of cylinder volume holographic memory, or a flat surface parallel to this.

[0025] Thus, when recording data, signal light, a reference beam, and gate light are irradiated to the predetermined part in the volume holographic memory 10 at coincidence, and an interference pattern is recorded as a refractive index grating from which the refractive index changed. The formation time amount of a hologram is controlled by the automatic shutter of laser light equipment. Since signal luminous intensity is max in respect of fourier when the fourier side exists in volume holographic memory, if the zero-order light and the reference beam of signal light on the fourier side which has this optical high reinforcement interfere each other, a photorefractive effect will be saturated, and there is an inclination the nonlinear distortion of a record image becomes easy to produce. The optical system of a system can be arranged so that a reference beam and signal light may be made to interfere at this side or the back of the fourier side, and the problem of nonlinear distortion can also be avoided further carefully.

[0026] The volume holographic memory 10 of a cylinder object is arranged on the means rotated in a predetermined pitch focusing on this symmetry axis of rotation inversion, i.e., vertical migration, and a rotation device while making it move to the optical-crystal shaft orientations in a predetermined pitch. Vertical migration and a rotation device are connected with a mechanical component 19 and a mechanical component 19, and are equipped with vertical migration device 19b which has rotary table 19a. A mechanical component 19 has rotation and vertical migration of table 19a controlled by the controller 20.

[0027] The volume holographic memory 10 is arranged on table 19a so that the crystal optics shaft 9 may be in agreement with the revolving shaft of a mechanical component 19. The volume holographic memory 10 is moved in the direction of the arrow head A of drawing 2 by rotation of a mechanical component 19, and coincidence is made to rotate the volume holographic memory 10 in the direction of the arrow head B of drawing 2. By vertical migration of the direction of the arrow head A of the volume holographic memory 10, the record location in the volume holographic memory 10 of the interference fringe made by a reference beam and signal light shifts in the direction of an arrow head A, and space multiplex record is realized. Moreover, when the volume holographic memory 10 rotates in the direction of an arrow head B with table 19a, the recording surface of an interference pattern rotates and include-angle multiplex record and space multiplex record are realized.

[0028] Table 19a becomes order from alpha and beta by which laminating installation was carried out, and theta stage on the xyz stage 190 used as the base which fixed to vertical migration device 19b, as shown in drawing 4. alpha, beta, and theta stage commit those locations as a medium justification means controlled by the controller 20. As shown in drawing 4, if yz flat surface and a sagittal plane are made into xz flat surface, the meridional plane of optical system 13 and 21 by making the direction of an optical axis of the optical path of a signal light beam into the direction of z alpha, beta, and theta stage are equipped with the device in which level adjustment with the screw by which a rotation drive is carried out with a step motor in one point which is supported by two points located in a line in the predetermined direction, and is not on 1 straight line in the two points concerned is performed etc., respectively. alpha stage is made to rotate namely, tilt in the circumference of the shaft which elongates volume holographic memory in the direction of z. In the circumference of the shaft which elongates

volume holographic memory in the x directions, tilt is carried out, theta stage makes volume holographic memory rotate namely, tilt in the circumference of rotation, i.e., the shaft elongated in the direction of y as shown in drawing 5, and beta stage adjusts the location of a medium. The xyz stage 190 is equipped with a rack-and-pinion device which carries out a parallel displacement independently in the xyz direction and by which a rotation drive is carried out, for example with a step motor as shown in drawing 5.

[0029] Thus, the medium justification means of table 19a equips the circumference of the optical axis of the optical path concerned, and the surroundings, the two directions, x and the direction of y, with the device made to rotate, respectively while carrying out the parallel displacement of the volume holographic memory 10 in two x and the directions of y perpendicular to the optical axis of the optical path concerned included in the direction list of z of the optical axis of the optical path of a signal light beam, respectively at a meridional plane yz flat surface and a sagittal-plane xz flat surface. A controller 20 makes the location of table 19a of the support means which drives a medium justification means with a step motor etc., and supports the volume holographic memory 10 move according to the signal corresponding to the image for positioning from CCD22 of a photodetection means, and is adjusted.

[0030] Furthermore, also in CCD22 of a photodetection means, it has further the detection justification means 192 to which the location of a detection means is made to move according to the signal corresponding to the image for positioning from the same detection means as table 19a. While the detection justification means 192 also carries out the parallel displacement of the light-receiving side of CCD22 in two x and the directions of y perpendicular to the optical axis of the optical path concerned included in the direction list of z of the optical axis of the optical path of a signal light beam, respectively at a meridional plane yz flat surface and a sagittal-plane xz flat surface, it is made to rotate, respectively the circumference of the optical axis of the optical path concerned, and around the two directions, x and the direction of y. A controller 20 drives a detection justification means with a step motor etc., makes the location of CCD22 move according to the signal corresponding to the image for positioning from CCD22 of a photodetection means, and is adjusted. Although it is not necessary to establish the detection justification means 192 when an equipment manufacture error is small, the record exactness of reproduction improves by having.

[0031] The cylinder volume holographic memory 10 is owner ***** about the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the signal light beam and reference beam beam which were modulated according to the image for positioning. After the image for positioning is recorded on the cylinder volume holographic memory 10 with an optical information record regenerative apparatus, the cylinder volume holographic memory 10 is beforehand fixed to it by impression of heat or a heavy current community.

[0032] The error signal about the image formation to CCD of the information image at the time of exchanging dismountable volume holographic memory by recording beforehand 1 pages or more of images [-izing / with fixing by heat fixing, impression of a heavy current community, etc. / images / un-volatilizing] for positioning is generable by CCD and the controller. For example, in the system which performs 10000-page multiplex record in one space multiplex channel, an image including positional information and page information is periodically exposed every 500 pages from 1 page, and heat fixing is performed, and it records on volume holographic memory beforehand. [a refractive index grating] [un-volatilizing] When an optical information record regenerative apparatus is equipped with this volume holographic memory, an optical information record regenerative apparatus can adjust the physical relationship of CCD and volume holographic memory to the precision decided beforehand by scanning a part of one channel of volume holographic memory, and reproducing a position signal.

[0033] For example, the image for positioning which made an image like drawing 6 (a) one unit, and has arranged it uniformly periodically like drawing 6 (b) is prepared, beforehand, two or more pages are recorded on one stack (space multiplex record smallest unit), and heat fixing is performed to volume holographic memory. The image for positioning is distributed and arranged for every page of a predetermined period. For example, multiplex record of 10000 pages per one stack can be performed by considering as 4 times by 1000 pages and fractal multiplex, and considering as 25 times by wavelength

multiplexing by include-angle multiplex. At this time, the known image pattern for positioning (drawing 6) is recorded every the include-angle multiplex 250th page 750th page of every. The data same at this time also as another Records Department at the time of the same include angle by fractal multiplex or wavelength multiplexing are recorded. Search about playback of those recorded images becomes easy by what this drops the selectivity of fractal multiplex and wavelength multiplexing for temporarily (oscillation wavelength width of face is expanded [in a fractal multiplex case] using the reference beam of a condensing system in the case of wavelength multiplexing).

[0034] On the other hand, the volume holographic memory 10 recorded as mentioned above at the time of playback is arranged on a rotation device like the time of record, control of a controller 20 performs OFF control of the super luminescent diode 30 in the lock out list of shutter 6a, and incidence only of the reference beam from a mirror 18 is carried out. The diffracted light from the interference fringe recorded in the volume holographic memory 10 carries out incidence to CCD22 through the inverse Fourier transform lens 21 as a playback light, and carries out image formation of the reconstruction image. CCD22 has the light-receiving side of the two-dimensional flat surface of the same 480 x 640 pixels as the space phototransducer 12, changes the received playback light into an electrical signal, and outputs it to a decoder 26. A decoder 26 outputs binary digital data for an input electrical signal as compared with predetermined slice level.

[0035] Here, justification is performed by control of a controller 20. Moreover, although you may position only by the page [250th] image at this time, highly precise positioning may be performed, using the page [750th] image further. The pixel array for positioning may be discretely arranged into the character of a rice field like drawing 6 (b) and drawing 7, and may arrange diagram shanks, such as a continuous square, in the shape of the same axle like drawing 8. Furthermore, they are combined and a slanting line and **, such as combination of being circular, are also good like the combination of a slanting line and a rectangle, and drawing 10 like drawing 9. It is more more desirable to make it as discrete [considering the viewpoint of the cross talk to a user's data] data as possible, and to suppress the amount of information of the whole image.

[0036] The configuration of the image itself may also be circular like drawing 10 in being a square like drawing 10, without being dependent on the configuration of CCD or a space optical modulator. the engine performance of an image formation system -- the maximum -- in order to make it demonstrate efficiently, it is desirable that it is circular like drawing 10. Moreover, like cylindrical volume holographic memory, when curvature is attached to the plane of incidence of the signal light to volume holographic memory, it is desirable to arrange so that the width of face of the x directions of the incident light to xz side where the curvature exists may serve as min. When equipped with cylindrical volume holographic memory like drawing 3, as incidence of the signal light is not carried out in a direction like drawing 7, the image of drawing 7 is rotated 90 degrees and a long side becomes parallel to the direction of y, specifically, it is good to carry out incidence.

[0037] The example of the image unit pattern for actually computing the error signal of positioning by each image is shown in drawing 11. A location gap is judged by detecting only a single pixel like drawing 11 (a) as simplest approach. Since there are few pixels for a signal output, the machine precision of optical system is low in this method. It is because the detecting signal itself is buried in a noise and it may be unable to detect in the case where volume holographic memory may shift sharply from the location of normal. Then, the bigger noise margin is securable by raising the level of a signal by making two or more pixels into one unit like drawing 11 (b) - drawing 11 (i). Moreover, computing [of an error] will become more easy, if it decomposes into horizontal and vertical each and the criteria pixel for computing each amount of errors is arranged, in order to make a horizontal and the vertical amount of gaps easier to detect at this time. Moreover, it is also possible to detect gap information also with horizontal and vertical also arranging a pixel train aslant like drawing 11 (g) - drawing 11 (i). Thus, as for each of the image for positioning, it is desirable to consist of the discrete images or continuous images which have been arranged at point symmetry.

[0038] In addition, although this operation gestalt showed the migration device in which include-angle multiplex record and space multiplex record were performed to coincidence, the migration device in

which either vertical migration of the crystal optics shaft orientations (arrow head A) of the volume holographic memory 10 or rotation (arrow head B) is performed can be used, and it can also perform multiplex [one]. Moreover, a migration device by which migration and a rotation of the volume holographic memory 10 of crystal optics shaft orientations are controlled separately is also employable instead of vertical migration and a rotation device. For example, it is made to rotate by an ultrasonic motor etc. about a hand of cut, and delivery migration of crystal optics shaft orientations can also be considered as the configuration controlled by the migration stage of one another shaft.

[0039] Thus, volume holographic memory is made to carry out incidence of the gate light of with a wave [2nd] different wavelength which makes the photosensitivity of volume holographic memory increase to coincidence to the exposure of the signal light of the 1st wave, and a reference beam, and the so-called holographic memory system of 2color(s) which record an interference fringe on the part irradiated by signal light, a reference beam, and gate light is attained.

[0040] The fault which eliminates the information [finishing / record] which exists in each optical path after recording the interference fringe in the so-called holographic memory system of 1color of the former to which only one uses one wave of laser for the light source of signal light and a reference beam by signal light and the reference beam is cancelable in this 2color(s) holographic memory system. In the 2color(s) holographic memory system using body-of-revolution volume holographic memory, such as a cylinder explained above, a signal is serially recorded on the part which three light, gate light, a reference beam, and signal light, intersected within volume holographic memory. For example, by rotation of the circumference of the revolving shaft of the cylinder object volume holographic memory 10 by table 19a, as shown in drawing 3, after 360 round part record (a two-dot chain line shows) of the outermost periphery finishes, it is made to move in the direction of an optical axis of a reference beam optical path (the direction of z), and the volume holographic memory 10 is relatively scanned to a reference beam and gate light, for example, a record location moves to 1 step inner circumference side. Next, it records by 360 round as well as the case of the outermost periphery. Information is spatially recorded by concentric circular in one layer of body-of-revolution volume holographic memory by repeating this actuation. At this time, rotation of volume holographic memory and the scan of a reference beam and gate light may be synchronized, and you may record spirally.

[0041] Furthermore, the volume holographic memory of a photorefractive crystalline shows a parallel displacement and the case where it can rotate to drawing 12, independently of the xyz direction of the rectangular parallelepiped like the above-mentioned operation gestalt as other operation gestalten as a rectangular parallelepiped 10 of the uniaxial crystal equipped with the optical-crystal shaft in parallel with the one flat surface. In the 1st layer of the rectangular parallelepiped volume holographic memory 10, table 19a is controlled by the controller 20 so that the volume holographic memory 10 moves horizontally (x directions) in the same height first. Next, if coincidence is made to move the volume holographic memory 10 in the depth direction (the direction of z) and a reference beam and gate light are scanned, the same record as the above can be performed because the record location P moves to 1 step back side.

[0042] Furthermore, with other operation gestalten, as shown in drawing 13, in order to change the angle of incidence of a reference beam to the side face of the rectangular parallelepiped volume holographic memory 10, it is applicable also to the include-angle multiplex record system which used the galvanomirror of a pair. The galvanomirror of a pair rotates one of these, carries out incidence of the reference beam towards one in the volume holographic memory 10, and is changing the incident angle of a reference beam.

[0043] It has the spherical-wave reference beam means for the image reconstruction for positioning which becomes this beam splitter 16, a mirror 17, and 18 lists from beam splitter 16b, mirror 17b, and concave mirror 18b that can be rotated with the operation gestalt of drawing 13 in addition to the reference beam beam optical system for the record image reconstruction which the user who consists of a galvanomirror uses. Concave mirror 18b generates an emission spherical wave from the plane wave from the light source. An emission spherical wave generates a convergence spherical wave by the relay lens system 180. By rotating concave mirror 18b, incidence condensing of the reference beam of a

convergence spherical wave is carried out towards one in the volume holographic memory 10, and the incident angle of a reference beam is changed further.

[0044] The reason using the reference beam of a spherical wave is as follows because of the image reconstruction for positioning. As for reflecting the light of specific wavelength alternatively at a specific include angle by the Lippmann hologram etc., it is known that interference of the scattered light from many layers is the cause. Like drawing 14, into volume holographic memory, the field which recorded the interference fringe as a refractive index grating has two or more layers of a refractive-index difference, and are scattered about in the incident light of wavelength lambda. Since all the light of the direction by which specular reflection is carried out among the light scattered about by the interference fringe recorded on many layers of regular intervals d in the field of a layer has the equal phase, they suits in slight strength. Furthermore, it is [0045], using spacing as d, when fulfilling a Bragg's condition, since it suits in slight strength when the optical path length with AB and AD from B to [optical path length / considering the scattered wave from the next field, / through C] D by becoming an equiphase wave surface in drawing 14 is the integral multiple of wavelength.

[Equation 1] $2d \cdot \sin\theta = m\lambda$ (m shows an integer and theta shows the incident angle to each class)
 ** -- the light of wavelength which fills the relation to say is reflected strongly. Since there is interference of the scattered light from two or more of these layers, even if it reproduces with the light of the large wavelength of a band, only the light of wavelength used for record is reflected at a specific include angle. Moreover, a conjugate image is not produced, either.

[0046] Here, since the wave of whenever [incident angle / of the large range] is contained in a coherent spherical-wave reference beam, the image formation of the image for positioning can be carried out in the specific direction by the light reflected at the include angle which is in agreement with the reference beam of whenever [incident angle / at the time of the image recording for positioning]. Therefore, by using the condensing mold reference beam of a spherical wave shows the image formation location of the image for positioning easily, if the reflective spot of concave mirror 18b and the convergent point in the volume holographic memory 10 can be specified.

[0047] The spherical-wave reference beam means is equipped with the device in which the reference beam beam of a convergence spherical wave is made to rotate focusing on the convergent point in the volume holographic memory 10 by the rotation device and the relay lens systems 180 of concave mirror 18b, such as a step motor. If the rotation device of this convergence spherical-wave reference beam is used, two or more images for positioning are reproducible with the spherical-wave reference beam of not only the spherical-wave reference beam of one certain direction but two or more directions. The position control of the volume holographic memory 10 with a precision high thereby more becomes possible.

[0048] Sequential execution of the step shown in the flow chart of drawing 15 is carried out, a controller 20 performs position control of the volume holographic memory 10 first, and a regenerative signal will be acquired if only a plane wave reference beam is put in the same approach as the time of recording at the time of playback to volume holographic memory. The justification by the controller 20 detects what the volume holographic memory which is a record medium was attached for by table 19a of optical recording generation equipment at step S1. At step S2, the oscillation spectral line width of the light sources 15, such as tunable laser, is broadened. At step S3, Shutters 6a and 6b are closed, only shutter 6c is opened, the plane wave from the light source 15 is led to concave mirror 18b, and it changes to the condensing mold reference beam of a spherical wave. In step S4, drive a step motor, concave mirror 18b is made to rotate, a condensing mold reference beam is scanned by whenever [of 100-400 pages / incident angle], and incidence is carried out to volume holographic memory. At step S5, existence of the image for positioning or nonexistence is distinguished. [finishing / record] When there is no image [finishing / record] for positioning, at step S6, whenever [reference beam angle-of-incidence] is made to increase by +100 pages, a condensing mold reference beam is scanned, and incidence is carried out to volume holographic memory. When there is an image [finishing / record] for positioning, a location error signal is generated from the image for positioning captured at step S7. The initial value 1 of a counter is set up at step S8. In step S9, the parallel displacement of the xyz stage 190 is carried out

independently in the xyz direction, and it is finely tuned in it. At step S10, a location error signal distinguishes whether it is min. Step S9 is repeated when a location error signal is not min. When a location error signal is min, at step S11, it is made to rotate in the circumference of the shaft elongated in the direction of y, and theta stage is tuned finely. At step S12, a location error signal distinguishes whether it is min. When a location error signal is not min, step S11 is repeated. When a location error signal is min, at step S13, it is made to rotate in the circumference of the shaft elongated in the direction of z, and alpha stage is tuned finely. At step S14, a location error signal distinguishes whether it is min. When a location error signal is not min, step S13 is repeated. When a location error signal is min, at step S15, it is made to rotate in the circumference of the shaft elongated in the x directions, and beta stage is tuned finely. At step S16, a location error signal distinguishes whether it is min. When a location error signal is not min, step S15 is repeated. When a location error signal is min, the decrement of the counter value is carried out every [1] at step S17. At step S18, it distinguishes whether a counter value is under zero. When it is not under zero, it repeats from step S9. When it is under zero, the justification which detects the image for positioning at step S19 is ended.

[0049] And since a criteria location is decided by justification of the rectangular parallelepiped volume holographic memory 10, Shutters 6a and 6c are closed, only shutter 6b is opened, the plane wave from the light source 15 is led to a mirror 18, it changes to the reference beam of a plane wave, and playback is started. In addition, although the rectangular parallelepiped volume holographic memory 10 is used in this example, it is also reproducible with this optical information record regenerative apparatus using body-of-revolution volume holographic memory, such as a cylinder.

[0050] Furthermore, there is a system in which the real-time servo of the axial rotation under playback of volume holographic memory is possible as other examples. For example, as the system in which this real-time servo is possible shows to drawing 16, in the body-of-revolution volume holographic memory 10, such as a cylinder, the fixing field 101 for a position arrangement which the image for positioning focused on the edge of one of these, and has be arrange, and has be arrange for every page of a predetermined period can be form, and the user area 102 which carries out record playback of the image data which a user uses for the part which remains can be form.

[0051] The optical information record regenerative apparatus in which a real-time servo is possible The same reference beam means as the above-mentioned example used for image recording playback of the user area 102 which carries out record playback of the image data chiefly, As [show / in drawing 17 / in addition to a signal light means and a gate light means] The fourier reverse convertible lens lens 50 which detects the diffracted light from the refractive index grating of the optical interference pattern of the fixing field by the exposure of the reference beam means for positioning which carries out incidence of the coherent reference beam beam 49 of the 1st wave only to the fixing field 101 of the volume holographic memory 10, and the reference beam beam 49 And it has the detection means for positioning containing CCD51. Although the reference beam beam 49 is not illustrated, it is drawn by the beam splitter and the mirror from the common light source as well as the above-mentioned example. As shown in drawing 18, the reference beam means for positioning and the detection means for positioning are arranged so that the optical axis of reference beam beam 49 optical path may exist in different level for positioning image reconstructions from the level for image recording playback of the user area 102 of the optical axis of the optical path of the signal light which passes SLM12 and the signal light optical system of Fourier transformer lens 13, the fourier reverse convertible lens lens 21, and the detection optical system of CCD22.

[0052] Thus, while using the volume holographic memory which the image for positioning focused on the predetermined fixing field 101 as a refractive index grating [-izing / impression of heat or a heavy current community was established, and / a refractive index grating / un-volatilizing], and has been arranged, and has been arranged for every page of a predetermined period in this fixing field About the reference beam means and photodetection means for positioning image reconstructions, with the means which carries out record playback of the usual image data, since it has prepared independently, unlike the above-mentioned example, the servo of justification of volume holographic memory becomes possible on real time.

[0053] Since the volume holographic memory light information record regenerative apparatus using the positioning image explained above is a method which uses Puri Mark as a positioning image, preformats him by predetermined spacing or arrangement anyway, detects the gap from the criteria image core of a playback image, and is made into a positioning error signal, it has the following effectiveness. [much] Since the servo field which carried out record fixing of the positioning image for detecting a positioning error signal, and the data area which write data are completely divided into the time space target, there is no interference with a data signal and a positioning error signal. Therefore, since a positioning error signal does not change at all in front of record of an index area including an address field, a data area, and data, and in the back, it is very stable. However, since many servo fields are prepared, data volume decreases.

[0054] If Puri Mark is completely preformatted into the object to the image core, since the precision of optical system can also be sharply eased since it becomes strong also to an optical-axis gap and it will become strong also to a volume holographic memory inclination, the compatibility of volume holographic memory also becomes good. In this invention, since a positioning error signal is obtained from a servo field, the volume holographic memory defect of a data area does not influence an error signal. However, if crushed for a volume holographic memory defect etc., it will be influenced [the] strongly.

[0055] For this reason, although it is desirable to raise the precision of a volume holographic memory manufacture process, and to reduce a defect, when a defect arises, the device which does not incorporate it as a positioning error signal is required. Since it turn out that the image unit bit in the positioning image of a servo field be in a regular location call a sample point and abnormalities tend to detect a positioning error signal , if the playback pattern of a detecting signal when Puri Mark be normal be compare with the actual pattern of a regenerative signal wave , the defect of an image unit bit be detectable . When this defect is detected, if the positioning error signal in the sample point in the servo field before that is used, the effect of an image unit bit defect can be removed.

[0056] Furthermore, to volume holographic memory, if it shifts and the location of 1st Puri Mark of an image unit bit is arranged for every predetermined spacing page, a light beam can detect positional information at a high speed, a parallel displacement or even when rotating. At the time of migration of this light beam, in the time of a beam passing the image group with which timing of 1st Puri Mark's sample hold is always kept fixed, and the timing of sample hold synchronizes, and the time of the 1st Puri Mark location having shifted, since a difference is produced in the output of a sample hold circuit, positional information is detectable.

[0057]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since it has the refractive index grating [-izing / the refractive index grating / un-volatilizing] corresponding to the optical three dimension interference pattern of the coherent signal light beam and coherent reference beam beam which were modulated according to the image for positioning in volume holographic memory according to this invention, compatible volume holographic memory with a high-density and recordable and interference pattern is obtained. Moreover, the position control of the exact volume holographic memory in an optical information record regenerative apparatus becomes possible.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The diagram showing the configuration of the conventional volume holographic memory system.

[Drawing 2] The side elevation showing the configuration of the volume holographic memory system by this invention.

[Drawing 3] The perspective view showing the important section in the volume holographic memory light information record regenerative apparatus equipped with the cylinder volume holographic memory by this invention.

[Drawing 4] The side elevation showing the important section of the volume holographic memory system of the example by this invention.

[Drawing 5] The top view showing the important section of the table for volume holographic memory of the example by this invention.

[Drawing 6] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of the example by this invention.

[Drawing 7] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 8] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 9] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 10] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 11] The front view showing the image for positioning recorded on the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 12] The perspective view showing the important section in the volume holographic memory light information record regenerative apparatus equipped with the rectangular parallelepiped volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 13] The block diagram showing the volume holographic memory system of other examples by this invention.

[Drawing 14] The side elevation showing the volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 15] The flow chart which shows the step to which the controller of other examples by this invention performs position control of volume holographic memory.

[Drawing 16] The perspective view showing the cylinder volume holographic memory of other examples by this invention.

[Drawing 17] The side elevation showing the important section of the volume holographic memory system of other examples by this invention.

[Drawing 18] The top view showing the important section of the table for volume holographic memory

of other examples by this invention.

[Explanation of agreement]

1 Ten Volume holographic memory

13 21 Fourier transformer lens

14 Beam Expander

15 Laser

16 Beam Splitter

17 Mirror

18 18a Reflective movable mirror

19 Mechanical Component

19a The table for position controls

20 Controller

22 CCD

25 Encoder

26 Decoder

30 Super Luminescent Diode

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] The part of the both sides of the guide rail section in the condition of having been arranged by turns one by one, and the non-guide rail section is used in the direction of a path formed by preparing a spiral or concentric circular guide rail as a record section. It is the optical disk currently made as [perform / record of the information signal made into the object of the record playback to the aforementioned record section and the information signal made the object of record playback by change of corresponding irregularity]. While setting the height between above mentioned fields of the guide rail section and fields of the non-guide rail section as 1 / 15 - 1/20 of wavelength which are used for playback of the information signal from an optical disk, [of playback light] The variation of the irregularity described above for recording an information signal The optical disk which sets up and becomes so that the numeric value acquired by carrying out the multiplication of the refractive index of the component of the part to the numeric value of the variation of the above mentioned irregularity may turn into an equal value substantially one fourth of the wavelength of the playback light used for playback of the recording information from an optical disk.

[Translation done.]

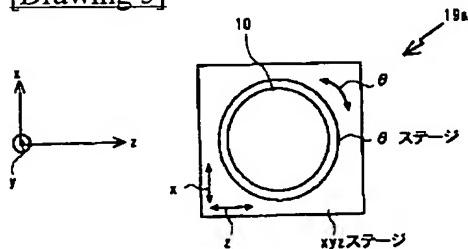
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

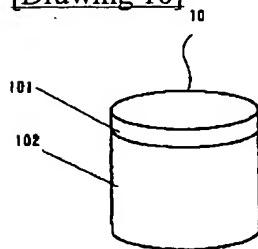
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

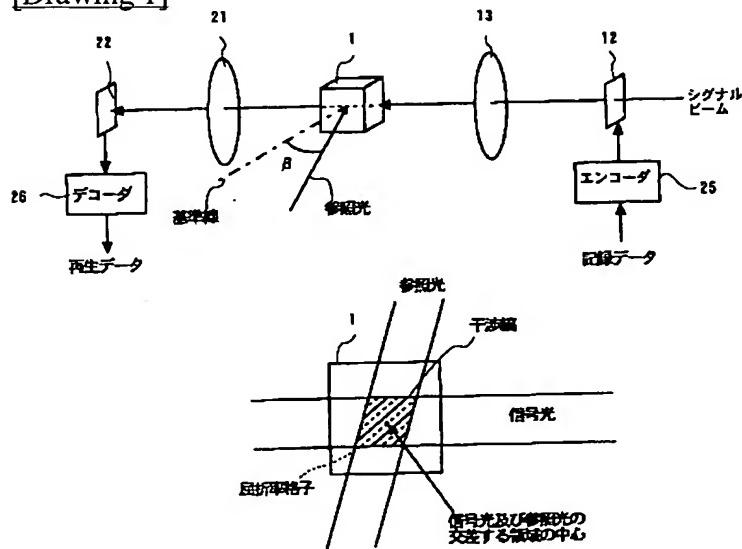
[Drawing 5]



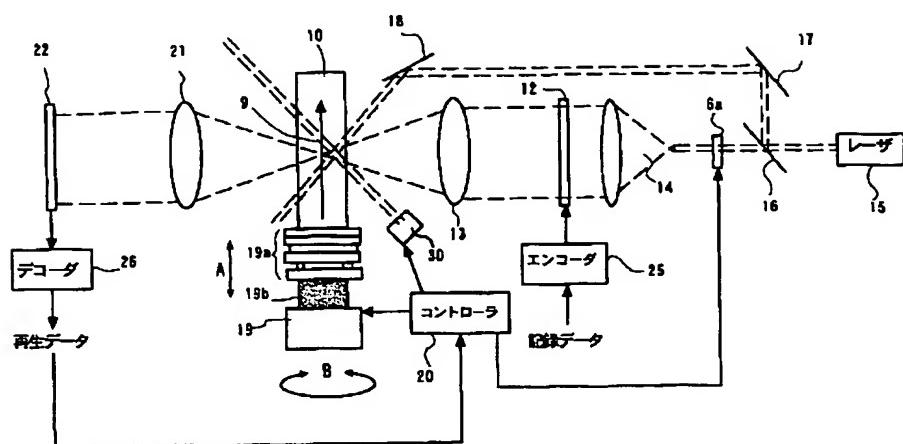
[Drawing 16]



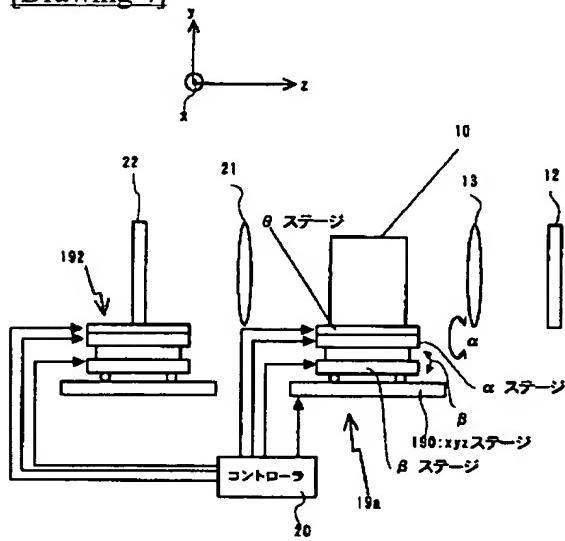
[Drawing 1]



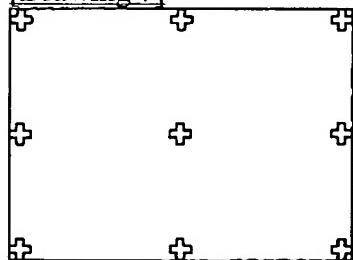
[Drawing 2]



[Drawing 4]

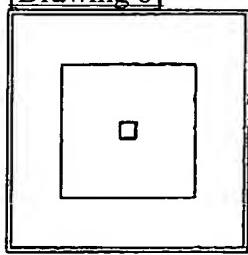


[Drawing 7]



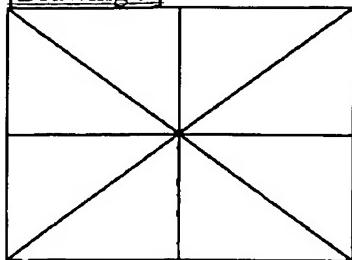
田の字記号 (田字)

[Drawing 8]



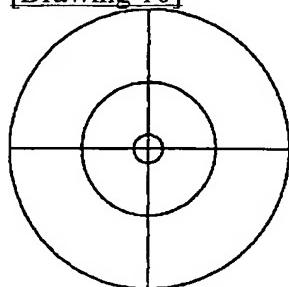
四角形記号 (正方形)

[Drawing 9]



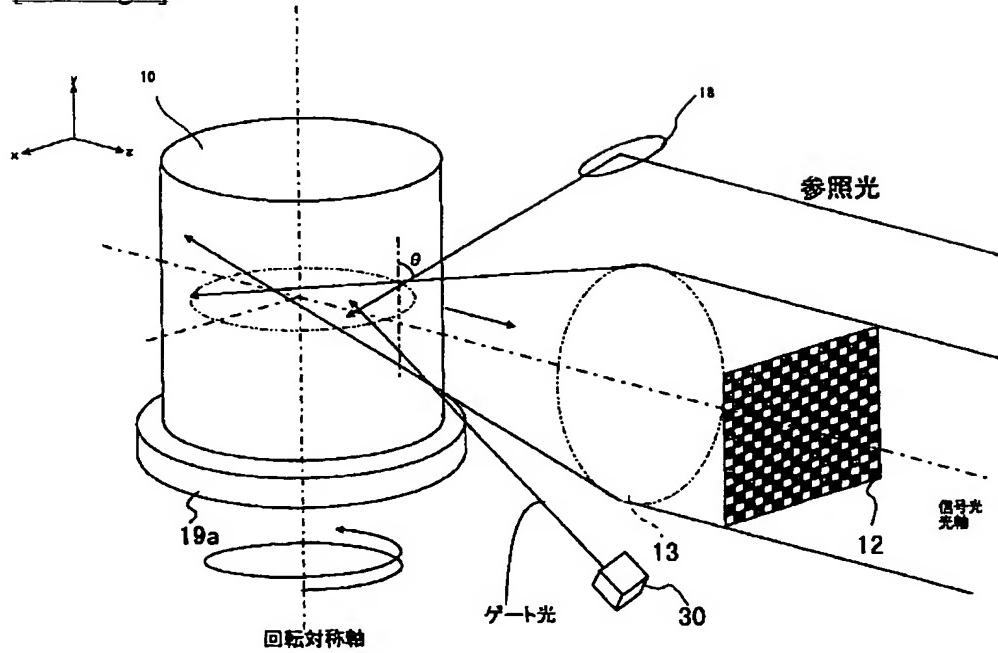
田の字配置 (外枠)

[Drawing 10]



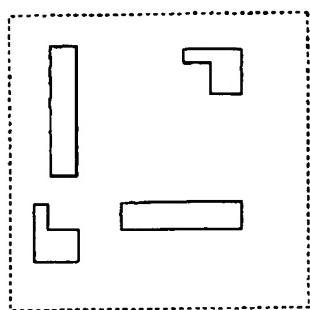
回転配置 (内枠)

[Drawing 3]

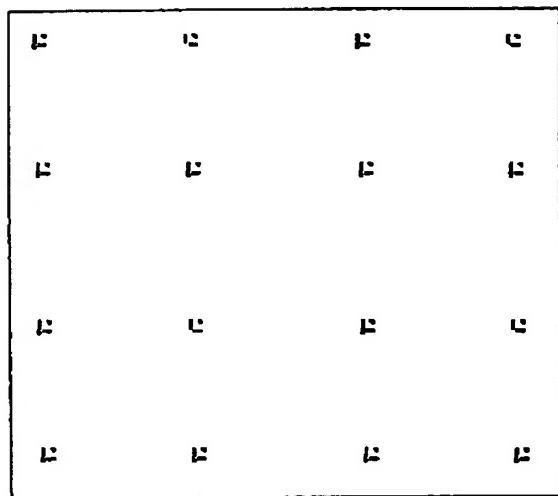


[Drawing 6]

(a)



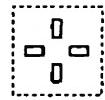
(b)

[Drawing 11]

(a)

(b)

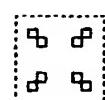
(c)



(d)

(e)

(f)

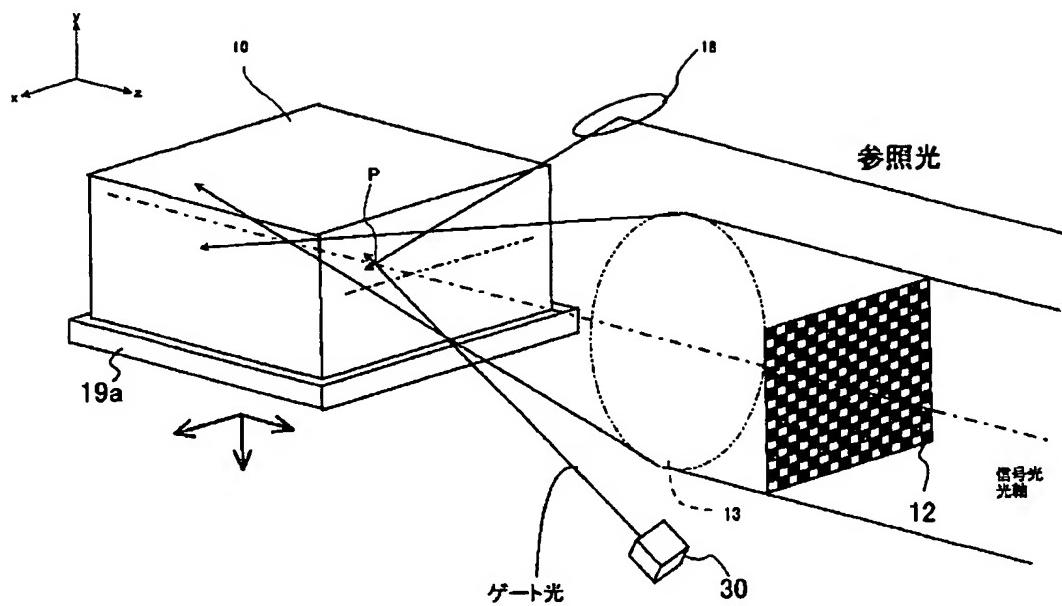


(a)

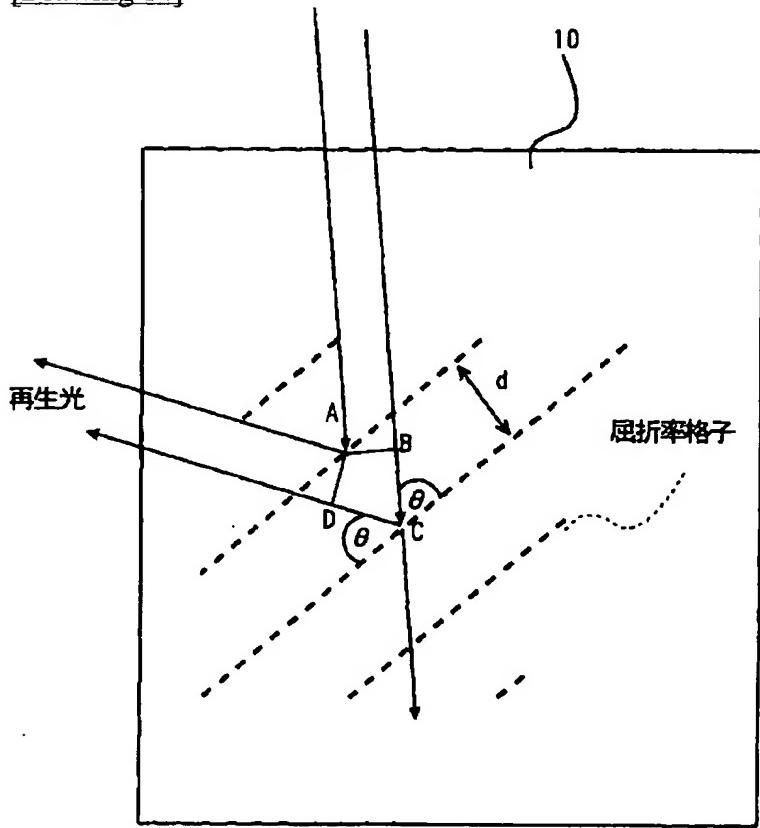
(b)

(c)

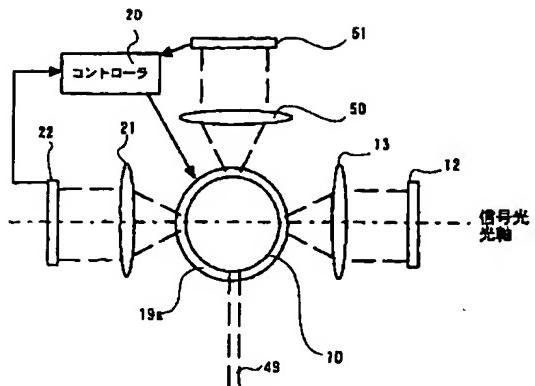
[Drawing 12]



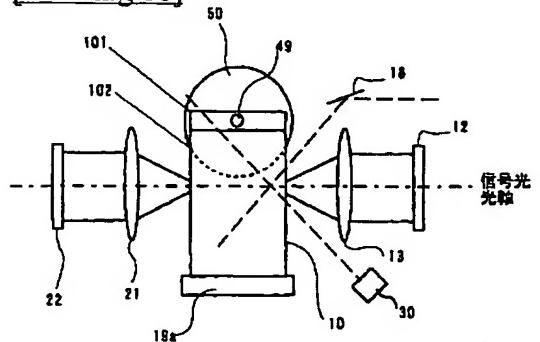
[Drawing 14]



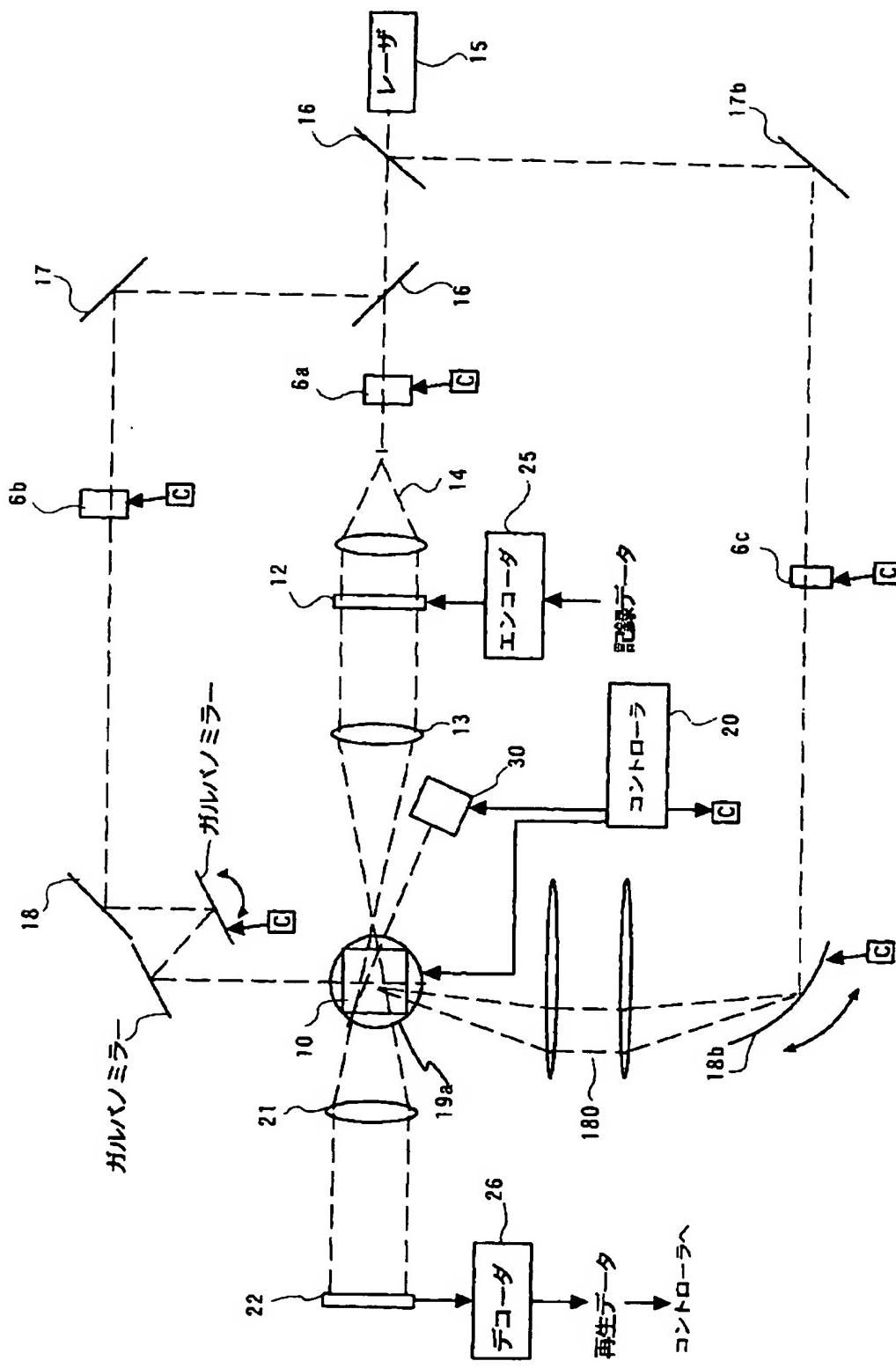
[Drawing 17]



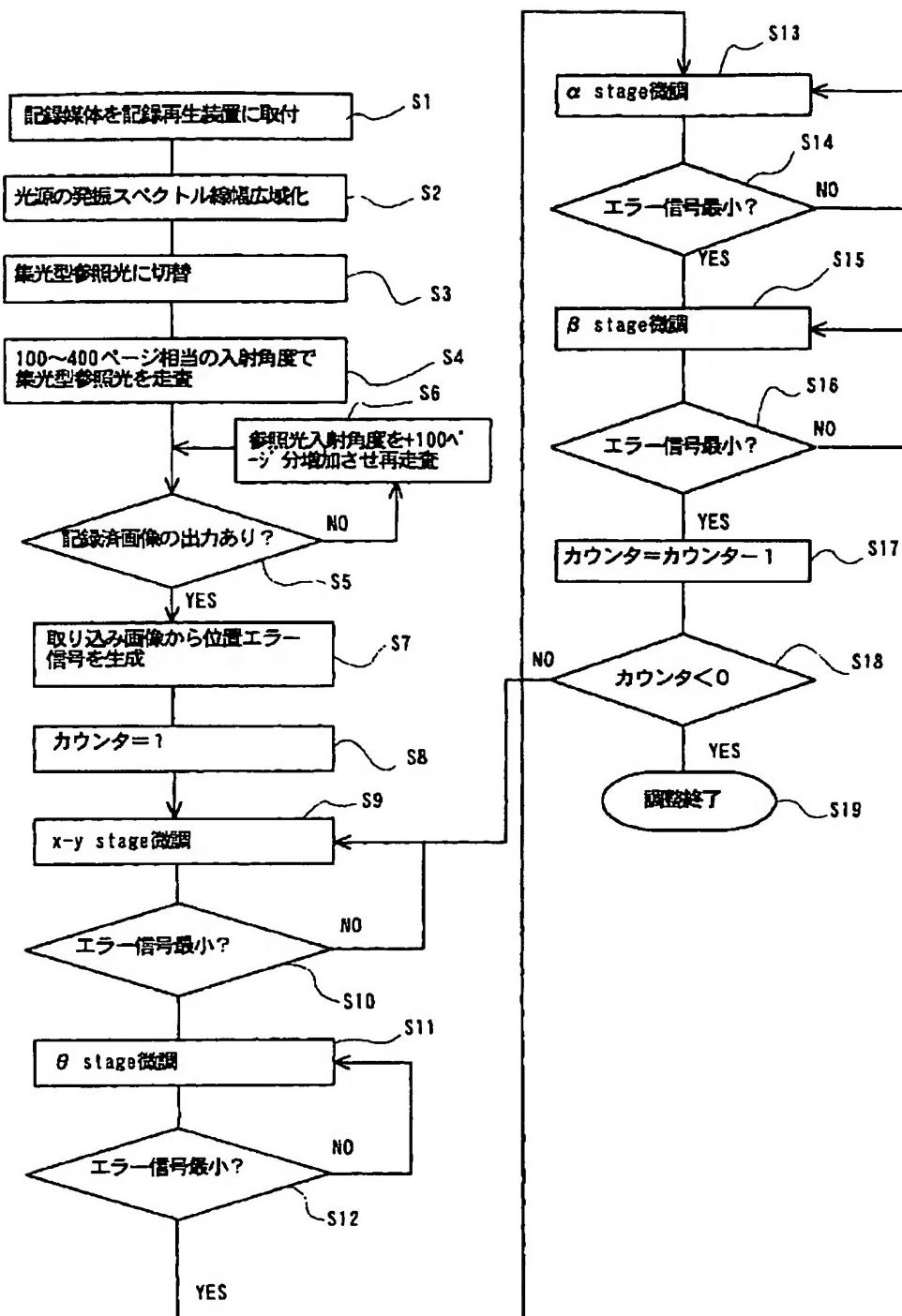
[Drawing 18]



[Drawing 13]



[Drawing 15]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.